В. МИХАЙЛОВ

ПРОИЗВОДСТВО ФОТО ПЛАСТИНОК

ГИЗЛЕГПРОМ
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД
1934

В. Я. МИХАЙЛОВ

ПРОИЗВОДСТВО ФОТОПЛАСТИНОК

1934

Государственное издательство
легкой промышленности
Москва

Редактор А. Цветкова
Техническая редакция и обложка Н. Седельникова

13-я типо-цинкография Мособлполиграфа, Петровка 17.

I ГЛАВА

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ФОТОПЛАСТИНОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Фотографическая пластинка все больше и больше входит в обиход и делается таким же обычным и необходимым предметом в культурном быту, как книга, газета, радио и т. д.

Все более широкие круги пред'являют спрос на пластинки, начиная от пионера и школьника, кончая фотокором и ученым. Такому широкому распространению способствовали те достижения науки, которые чрезвычайно упростили процесс получения изображения и сделали фотографическую пластинку способной воспринимать световые колебания, не доступные даже нашему глазу.

Усовершенствование светочувствительных материалов протекало постепенно, и от первых наблюдений Генриха Шульца, открывшего в 1727 г. светочувствительность солей серебра, до современных снимков при помощи невидимых инфракрасных лучей прошло более 200 лет. Впервые получить изображение на пластинке и закрепить его удалось Дагерру в 1839 г. Этот год принято считать началом развития фотографии.

Дагерр металлическую (серебряную) пластинку выдерживал некоторое время над иодом; испарения иода образуют на поверхности пластинки иодистое серебро. Очувствленная таким образом пластинка экспонировалась 3—4 мин., и полученное изображение проявлялось в парах ртути; последняя осаждалась только на тех частях пластинки, которые изменялись под действием света. Для фиксирования употреблялась поваренная соль или гипосульфит.

Там, где свет не подействовал на пластинку, серебряное зеркало оставалось чистым и при рассматривании под некоторым углом казалось темным; ртуть же давала с серебром амальгаму белого цвета, и поэтому те места, на которые подействовал свет, казались светлыми, т. е. получалось сразу позитивное изображение.

Как видно из описания, способ Дагерра получения изображения был очень сложным и дорогим, однако он пользовался успехом до появления коллодионного процесса.

Многие исследователи получали изображение на очувствленной к свету бумаге, для чего последняя погружалась сначала в раствор галоидной соли, а потом в раствор азотнокислого серебра. Но грубая поверхность бумаги, скрадывающая детали, и ее непрозрачность заставили перейти к стеклу. В качестве связующей среды для галоидного серебра сначала пробовали применять яичный белок; потом после открытия коллодия [1] последний стали применять в качестве эмульсионной среды.

Изобретателем коллодионного процесса был Скот-Арчер, который разработал и опубликовал в 1851 г. практический способ применения коллодиона. В общих чертах этот процесс сводится к следующим операциям:

а) растворяют нитроклетчатку в смеси спирта и эфира (можно применять готовый коллодий);

б) в коллодии растворяют иодистые и бромистые соли; поливают этим раствором стеклянные пластинки и дают немного застыть;

в) погружают застывший слой в раствор азотнокислого серебра; при этом образуется галоидное серебро;

г) экспонируют пластинку;

д) проявляют раствором пирогалловой кислоты;

е) фиксируют гипосульфитом.

Главным недостатком коллодионного процесса было то, что пластинки необходимо было экспонировать мокрыми, иначе соли, образовавшиеся в результате реакции галоидных солей с серебром, выкристаллизовывались на поверхности пластинки. Несмотря на указанный недостаток и наличие в настоящее время разнообразнейшего ассортимента пластинок, коллодионный процесс дожил до наших дней. Его преимущество состоит в том, что он дает беззернистое изображение, позволяющее передавать тончайшие штрихи при максимальном контрасте. В настоящее время коллодионная эмульсия готовится фабричным путем, и на долю фотографа остается лишь полив пластинок и последующая их обработка.

Вследствие громоздкости коллодионного процесса продолжались изыскания более удобной среды для связывания светочувствительных зерен. Первый рецепт иодожелатиновой эмульсии был предложен Годэном в 1853 г. В 1861 г. Герриссон опубликовал свои опыты по получению броможелатиновых эмульсий. Однако практического применения их указания не нашли.

Изобретателем сухих броможелатиновых пластинок следует считать Ричарда Медокса. Он в 1871 г. опубликовал статью «Опыт с бромированной желатиной» и издателю журнала представил несколько негативов, полученных по его способу. Однако его пластинки не отличались высоким качеством, так как соли от эмульсии не отмывались, готовые эмульсии содержали азотнокислое серебро и свободную азотную кислоту, добавлявшуюся в процессе

[1] Коллодием называется раствор в смеси спирта с серным эфиром нитроклетчатки, изготовленной из хлопчатобумажной ваты, предварительно обработанной в смеси азотной и серной кислот.

изготовления эмульсии. Поэтому его пластинки не получили распространения. Через два года (в 1873 г.) Бурджесс выпустил пластинки, изготовленные по способу Медокса; они были удовлетворительного качества и вызвали широкий спрос. Последовавшее затем изобретение промывки эмульсий (Кинг и Джонсон) значительно улучшило качество фотопластинок.

В 1874 г. организовавшаяся Ливерпульская кампания сухих пластинок опубликовала, что ею выпущены сухие броможелатиновые пластинки, а также бумага. Вскоре была выяснена роль температуры при изготовлении эмульсии (Беннет в 1878 г.) и благоприятное влияние аммиака (Джонсон в 1877 г.).

Коренное улучшение в процесс изготовления эмульсий внес Эдер, установивший влияние аммиака и растворимых углекислых солей, а также предложивший ныне всем известную методику изготовления эмульсий. По его указанию фабрикой Винтертур была выпущена специальная фотографическая твердая желатина.

Широкое распространение получили пластинки с 80-х годов прошлого столетия, когда организовались фабрики фотографических пластинок: Реттен, Формштехер, Шлейснер, Вестендорф и т. д. Первые пластинки поливались от руки; впервые поливная машина была поставлена в 1885 г.

В 1873 г. Фогель открыл, что введение в эмульсию различных красителей повышает чувствительность эмульсии к другим частям спектра. Сенсибилизированные красителями пластинки были выпущены в 1882 г. в Англии и Франции; они были сенсибилизированы эозином.

В 1884 г. Эдер открыл, что эритрозин является сенсибилизатором для желтой и зеленой части спектра. Для подавления чувствительности пластинок к синей части спектра Шмидт ввел в эмульсию желтый краситель.

Последовавший вслед за этим ряд открытий позволил значительно расширить чувствительность эмульсий к различным зонам спектра, и теперь мы имеем эмульсии, которые чувствительны к невидимым областям спектра — ультрафиолетовой и инфракрасной.

В противоположность заграничной фотопромышленности в царской России производство фотоматериалов не развивалось совершенно. Большая конкуренция за границей стимулировала поиски новых об'ектов для вложения капиталов; в России такой конкуренции не было, и поэтому промышленники предпочитали двигаться старыми испытанными путями; они не хотели рисковать, делая вложения в новую для них промышленность. К тому же общее обнищание и некультурность населения не могли способствовать широкому распространению фотографии. Поэтому просачивание фотографических знаний началось с правящей и буржуазной верхушки, тесно связанной с заграницей.

Попытки организации своего производства все же делались. Первая фабрика пластинок была организована Фелиси и Варнеке в Риге в 1880 г., но она просуществовала недолго. Как эта, так и все последующие фабрики пользовались исключительно импорт-

ным сырьем: даже стекло для фотографических пластинок было заграничное. Однако таможенные тарифы, на которые немалое влияние оказывала немецкая промышленность, не могли способствовать собственному производству.

Русский рынок был наводнен дешевой заграничной продукцией, и поэтому большинство попыток наладить собственное производство оканчивались неудачей. Очень немногие фабрики фотопластинок выдерживали заграничную конкуренцию. Производство фотобумаги не существовало совершенно.

Империалистическая война закрыла границу, и страна стала переживать острую нужду в фотопродукции. Особенно остро встал вопрос после Октябрьской революции. Советская власть сразу оценила громадное значение фотографии, как орудия культурного и политического воспитания широких масс, и был принят ряд действенных мер, способствовавших возрождению заглохшего было производства фотопластинок. Одновременно было организовано производство фотобумаги, сначала в Москве, в небольшом масштабе, перенесенное потом на мощную Ленинградскую фабрику.

Быстро возрастающее благосостояние населения, культурный рост широких кругов пролетариата, невиданный в условиях капитализма рост сети научно-исследовательских учреждений способствуют быстрому росту спроса на фотопродукцию. Организация собственного производства фотоаппаратов также немало способствовала развитию фотопластиночного производства.

В настоящее время все фотопластиночное производство сосредоточено на государственных фабриках, об'единяемых Фото-кинохимическим трестом (ФОКХТ), входящим в Главное управление кино-фотопромышленности (ГУКФ) при Совнаркоме СССР. Очень небольшое количество пластинок выпускается кооперативной артелью «Фото-труд».

Фотопластинки производятся исключительно из советских материалов. Фабрики фотопластинок реорганизованы, снабжены новыми машинами, производство рационализировано. За счет рационализации значительно увеличена пропускная способность фабрик.

Большая работа проводится нашей фотопромышленностью по улучшению качества продукции и расширению ассортимента, в частности фотопластинок.

Первые опыты получения светочувствительных материалов широко опубликовывались. Но как только началось фабричное изготовление, всякие конкретные указания и исследования сделались «производственной тайной» производящих фирм. Даже то ничтожное производство, которое имелось в России, находилось во власти эмульсионеров, которые хранили рецепты у себя. После Октябрьской революции решительной борьбой с секретничеством, замещением старых эмульсионеров новыми советскими производственниками был положен конец этому ненормальному явлению.

Если сравнительно легко было преодолеть секретничество, то гораздо труднее было подойти к производству научно. В литературе по этому вопросу имелись лишь очень неясные указания, и

научно-исследовательскую работу пришлось начинать с элементарных исследований. Целый ряд исследователей в Москве и других городах занялся вопросами изготовления эмульсий и изучения светочувствительного слоя. Фотохимическим трестом были организованы лаборатории на фабриках, а также центральная исследовательская лаборатория, выросшая впоследствии в Научно-исследовательский кино-фотоинститут.

В настоящее время последний является основной базой исследовательской работы фотопромышленности; помимо лабораторий он имеет ряд полузаводских установок, на которых в производственном масштабе проверяются результаты лабораторных наблюдений.

Из других исследовательских учреждений следует упомянуть фотографическое отделение Государственного оптического института в Ленинграде, ведущее ряд важных теоретических исследований светочувствительного слоя и скрытого изображения. Ряд теоретических работ выполняется в Институте им. Карпова в Москве; производятся весьма интересные работы в Харьковском институте метрологии и стандартизации, в Киевском институте кинематографии, в Одесском физическом институте. Имеется уже ряд значительных достижений, позволяющих надеяться, что в ближайшее время советская фотонаука займет одно из первых мест на мировой арене.

2 ГЛАВА

ИСХОДНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛАСТИНОК

Фотографической пластинкой называется стекло определенного формата, политое светочувствительной эмульсией.

Так как фотопластинки должны быть защищены от света, то их необходимо заключить в соответствующую упаковку. Таким образом для фотопластиночного производства необходимы следующие элементы:

а) стекло,
б) эмульсия,
в) упаковочные материалы.

Фотопромышленность ко всем этим видам исходных материалов пред'являет свои требования, вытекающие из специфики фотопластиночного производства.

СТЕКЛО

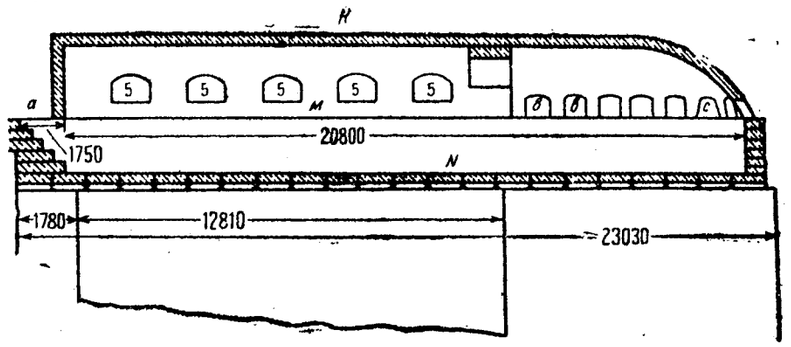
Для того чтобы уметь разбираться в качестве стекла и уяснить причину встречающегося брака, следует хотя бы в общих чертах ознакомиться с производством этого важнейшего для фотопромышленности вида сырья.

Стеклом называется бесцветный или окрашенный аморфный (некристаллический) сплав кремнекислых солей, практически не изменяющийся от действия воздуха, воды и слабых кислот.

Иногда стекло из аморфного состояния переходит в кристаллическое.

Такое явление называется расстекловыванием; оставаясь по химическому составу тем же, стекло резко меняет свои свойства, делается непрозрачным и гораздо более подверженным действию химических веществ.

Сырьем для приготовления стекла служит сульфит (Na_2SO_4), известняк ($CaCO_3$), песок (SiO_2). Исходные материалы, как правило, далеко не чисты; чаще всего содержат примесь железа. Последнее переходит в стекло, окрашивая его в более или менее зеленый цвет; при большом количестве железа получается темное бутылочное стекло. Все необходимые для изготовления стекла материалы отвешиваются и загружаются в печи. Последние бывают



1. Продольный разрез стекловаренной печи

двух типов — горшечные и ванные. Опишем последнюю, обычно применяемую для простых видов стекла. Рис. 1 и 2 показывают такую печь. Рис. 1 — в продольном разрезе, рис. 2 — в поперечном.

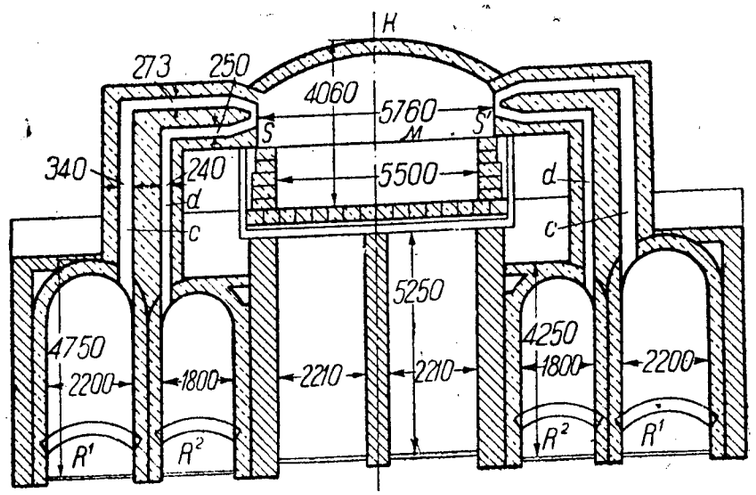
Из огнеупорной глины (шамота) складывается большая ванна *M*, закрытая сверху сводом *K*. Показанная на рисунке печь имеет размеры 5 *м* × 20 *м*. Сырье загружается через отверстие *a*, готовое стекло отбирается через оконца *b*. Отапливается печь нефтяным или генераторным газом. Последний поступает через отверстия *S* с одной стороны печи, а продукты горения уходят с другой стороны через такие же отверстия. Продукты горения, прежде чем уйти на воздух, проходят через правые две камеры R^1 и R^2 и отдают здесь свое тепло. Когда эти камеры достаточно нагреются, газ переключают и пускают его через правые камеры и правые оконца S_1, а выводят через левые оконца *S* и левые камеры R^1 и R^2. Предварительный нагрев входящих газов необходим, во-первых, для экономии горючего, во-вторых, для получения более высокой температуры в печи. Печь имеет два канала *c* и *d*; через канал *c* идет горючий газ, а через канал *d* — воздух. В плавильном пространстве *M* развивается температура до 1 500°, необходимая для расплавления сырья. Для очистки стекла в массу вводят богатые кислородом вещества: селитра KNO_3, перекись марганца MnO_2, глинозем Al_2O_3 и т. д., которые способствуют сгоранию органических примесей и переводят закисное железо в менее окрашенную окисную форму.

Температура должна соответствовать составу стекла; последнее необходимо сделать достаточно жидким, чтобы выделяющиеся газы свободно удалялись и стеклянные изделия получались без пузырей.

В конце печи температура понижается и стекло делается более густым.

Печь, изображенная на рис. 1 и 2, потребляет 1 500 *кг* сырья, давая 1 000 *кг* стекла в час.

Выдувание стекла в последнее время производится большею частью механизированным способом. Для этой цели в конце ванны помещают особые поплавки, которые захватывают некоторое количество стекла и передают его на ряд валиков. Валики вытяги-



2. Поперечный разрез стекловаренной печи

вают стекло в бесконечную ленту и придают ему требуемую толщину.

Получение фотостекла механизированным путем представляет еще известные технические затруднения, так как оно должно быть сравнительно тонким (0,8—1,6 *мм*).

Бо́льшая часть фотостекла готовится в настоящее время выдуванием. Для этого на конец длинной железной трубки рабочий набирает из печи необходимое количество стекла и выдувает из него большой цилиндр, который затем разрезается вдоль.

Далее цилиндр с обрезанными концами и разрезанный вдоль развертывается в лист в так называемой «правильной» печи. Полученные листы помещают в особую отжигательную печь, где они медленно остывают.

На фотофабрики стекло может доставляться или в листах или уже нарезанным на форматы. У нас в большинстве случаев на фотофабрики стекло доставляется уже нарезанным на форматы.

В настоящее время применяется очень большое число форматов, что об'ясняется разнокалиберностью имеющейся до сего времени у нас в обращении иностранной фотоаппаратуры.

Приводимая ниже таблица 1 приводит формат фотостекла и допуски от него, принятые по стандарту СССР.

Как легко видеть из таблицы, размеры не вполне соответствуют формату, они меньше на 1—2 *мм*. Сделано это для того, чтобы пластинки легко входили в кассету. По той же причине строго нормализована и толщина стекла.

С точки зрения рационализации все приведенные форматы можно было бы свести к очень ограниченному числу, что безусловно и будет сделано, когда наши советские аппараты вытеснят заграничную продукцию.

Нижеследующая таблица 2 приводит потребность в пластинках разного формата, составленную на основании данных ФОКХТ за 1929 г.

Таблица 1

№ по порядку	Группа	Размеры: Длина и ширина стекла в *мм*	Размеры: Толщина стекла в *мм*	Допускаем. отклонения в *мм*: В длине и ширине	Допускаем. отклонения в *мм*: В толщине	Номинальные форматы фотопластинок, для которых предназначается фотостекло в *см*
1	I	88,5 × 118,5	0,8	± 0,25	± 0,1	9 × 12; 6 × 9; 4,5 × 6
2	I	106,5 × 178,0	0,8	± 0,25	± 0,1	4,5 × 10,7
3	I	128,0 × 178,0	0,8	± 0,25	± 0,1	6 × 13; 6,5 × 9
4	II	84,0 × 163,0	1,2	± 0,25	± 0,2	8,5 × 8,5
5	II	89,0 × 119,0	1,2	± 0,25	± 0,2	9 × 12; 6 × 9; 4,5 × 6
6	II	99,0 × 149,0	1,2	± 0,25	± 0,2	10 × 15
7	II	119,0 × 164,0	1,2	± 0,25	± 0,2	12 × 16,5
8	II	119,0 × 178,0	1,2	± 0,25	± 0,2	9 × 12; 6 × 9
9	II	129,0 × 179,0	1,2	± 0,25	± 0,2	13 × 18; 6 × 13; 6,5 × 9
10	II	149,0 × 198,0	1,2	± 0,25	± 0,2	10 × 15
11	II	164,0 × 238,0	1,2	± 0,25	± 0,2	12 × 16,5
12	II	168,0 × 168,0	1,2	± 0,25	± 0,2	8,5 × 8,5
13	II	178,0 × 178,0	1,2	± 0,25	± 0,2	9 × 18; 9 × 9
14	II	178,0 × 238,0	1,2	± 0,25	± 0,2	9 × 12
15	III	178,0 × 238,0	1,6	± 0,5	± 0,2	18 × 24
16	III	179,0 × 258,0	1,6	± 0,5	± 0,2	13 × 18
17	III	198,0 × 298,0	1,6	± 0,5	± 0,2	10 × 15
18	III	238,0 × 328,0	1,6	± 0,5	± 0,2	10 × 16,5
19	IV	238,0 × 293,0	1,8	± 0,5	± 0,2	24 × 30
20	IV	298,0 × 398,0	1,8	± 0,5	± 0,2	30 × 40
21	IV	398,0 × 498,0	1,8	± 0,5	± 0,2	40 × 50
22	IV	498,0 × 598,0	1,8	± 0,5	± 0,2	50 × 60

Таблица 2

Формат в *см*	% потребности	Формат в *см*	% потребности	Формат в *см*	% потребности
4,5 × 6	3,40	8,5 × 10,7	0,05	12 × 16,5	9,60
4,5 × 10,7	0,20	8 × 14	0,23	13 × 18	8,40
6 × 9	11,40	8,5 × 17	0,11	18 × 24	1,60
6,5 × 9	1,60	9 × 9	0,07	24 × 30	0,20
6 × 13	0,07	9 × 12	39,50	30 × 40	0,05
8,5 × 8,5	2,30	9 × 14	0,14	40 × 50	ничтожное количество
8 × 10,5	0,08	9 × 18	0,14	50 × 60	ничтожное количество
8,2 × 10,7	0,14	10 × 15	20,20		

Как видно из таблицы, наиболее ходовые размеры: 9 × 12, 10 × 15, 6 × 9.

Переводной единицей для исчисления продукции фотофабрики до последнего времени был так называемый кабинетный фор-

мат — 12 × 16,5, несмотря на его меньшую распространенность; в последнее время фотопромышленность перешла на измерение фотопластиночной продукции в кв. метрах.

Ниже приводится переводная таблица различных форматов на кв. метры (табл. 3).

Таблица 3

Формат в *см*	Площадь в $см^2$ 1 дюж.	Количество дюж. в $1м^2$	Формат в *см*	Площадь в $см^2$ 1 дюж.	Количество дюж. в $1м^2$	Формат в $см^2$	Площадь в $см^2$ 1 дюж.	Количество дюж. в $1м^2$
4,5×6	324	30,864	9×9	972	10,288	12×18	2 592	3,858
4,5×10,7	578	17,301	9×12	1 296	7,716	13×18	2 808	3,782
6×9	648	15,432	9×13	1 404	7,123	14×18	3 024	3,561
6,5×9	702	14,245	9×14	1 512	6,649	15×20	3 600	2,778
6×12	864	11,574	9×18	1 944	5,144	16,5×24	4 752	2,105
6×13	936	10,684	10×15	1 800	5,555	17×17	3 468	2,884
8,5×8,5	867	11,534	10,7×16,4	2 106	4,748	18×24	5 184	1,929
8×14	1 344	7,440	10,7×17	2 182	4,585	24×30	8 640	1,157
8,2×10,7	1 053	9,497	10,7×18	2 311	4,327	30×40	14 400	0,694
8,5×10,7	1 091	9,170	12×16,5	2 376	4,209	—	—	—
8,3×17	1 734	5,767	—	—	—	—	—	—

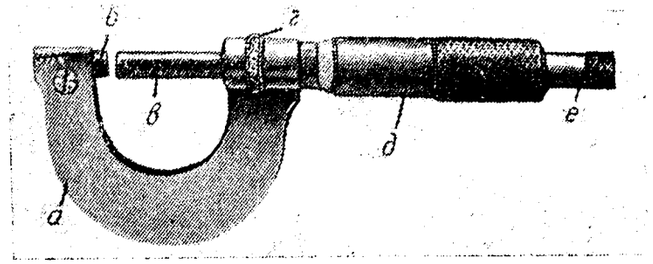
Как форматное, так и листовое стекло упаковывается в ящики вместимостью в 11 и 22 $м^2$, весом не более 82 *кг*. В каждый ящик упаковываются листы одинакового размера. Стекло упаковывается пачками по 25 листов в каждой. Каждая пачка особо завертывается в бумагу. На ящике помимо надписей, характеризующих стекло, должна быть надпись: «Стекло: осторожно, не бросать». Следует следить, чтобы на стекле не было никаких заводских меток или в крайнем случае, чтобы они были сделаны нежирным мелом, так как жирные метки плохо смываются.

Приемку стекла следует производить следующим образом. Отбирается 5% ящиков и осматривается наружная упаковка. После наружного осмотра ящики вскрываются и осматривается внутренняя укладка, которая должна соответствовать приведенному выше описанию. Форма нарезанного стекла должна быть правильная, т. е. углы должны быть прямыми (определяется угольником), толщина и клинообразность — в пределах, указанных в стандарте. Толщина определяется микрометром (рис. 3).

Микрометр представляет скобу *а*, имеющую упор *б;* в муфте *г* ходит шпиндель *в* с очень мелкой нарезкой; *д* — барабан для отсчетов, *е* — фрикционная головка для ограничения усилия при измерении. Измеряемое стекло кладут на упор *б* и, вращая головку *е*, приводят шпиндель *в* в соприкосновение со стеклом и отсчитывают на барабане *д* деления с точностью до 0,01 *мм*.

Правильность резки можно определить на-глаз, если взять стопку стекла и положить ее на ребро; плохо нарезанное стекло выступает и дает неровную поверхность.

Цвет должен быть белым в проходящем и падающем свете; определяется при рассматривании сложенных стекол на листе белой бумаги. Стекло должно быть чистое и не иметь дефектов.



3. Микрометр

Наблюдаются следующие пороки фотостекла:

Крупка и камни — включения в стекло различной степени прозрачности, от мало заметных на-глаз до крупных окрашенных или белых, — происходят от неоднородности применяемого песка, наличия в нем крупных частиц, не промешанных в шихте. Могут образоваться также от попадания шамотных частиц, образующихся от разрушения печи и горшков. Холодный ход печи также способствует появлению камней.

Наоборот, — горячий ход печи способствует появлению камней не из сырья, а из стенок печи, так как последние при этом сильно изнашиваются, принимают губчатое строение и усиленно разрушаются. Первый вид камней легко устраним путем подбора однородного (по величине частиц) сырья.

Наличие камней второго рода свидетельствует о необходимости капитального ремонта печи и замены износившихся частей доброкачественными.

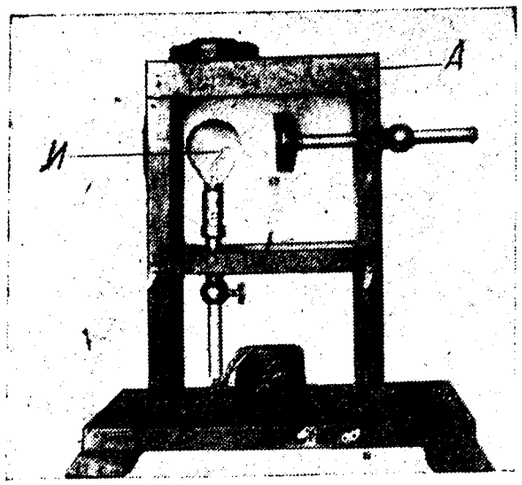
Складки, нити, полосатости и жилки — дефект, зависящий от неоднородности стекольной массы и неправильного температурного режима печи.

Свили — нитеподобные и полосатые прозрачные потеки на стекле; ясно различаются невооруженным глазом и еще лучше в проходящем свете на экране; наличие свилей об'ясняется теми же причинами, что и дефекты, — крупка и камни. Камни, попавшие в стекольную массу, остекловываются насквозь, но образовавшееся здесь стекло имеет иной состав, чем остальная масса, не успевает полностью раствориться и выступает в виде волнистых полос и прослоек, отличающихся иной светопреломляемостью, а поэтому резко выделяющихся. Свилеватое стекло отличается большой хрупкостью.

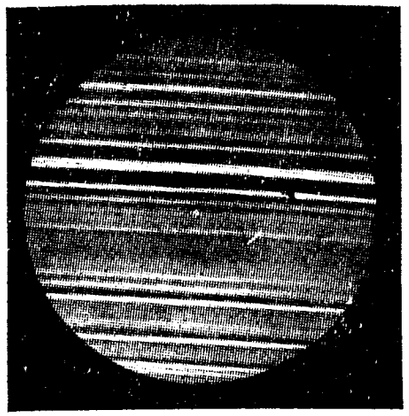
Фабрикой № 1 ФОКХТ выпускаются специальные приборы для определения свилеватости стекла, сконструированные К. А. Колосовым.

Прибор (рис. 4) представляет ящик *А*, в котором находится источник света *И;* прибор имеет спереди линзу, дающую направленный пучок лучей.

Испытуемую пластинку помещают перед прибором, освещают через линзу и наблюдают отражение стекла на экране или белой стене. Все свили, даже не замечаемые глазом, выступают совершенно отчетливо. Рис. 5 приводит изображение, полученное со стекла с едва заметной свилеватостью.



4. Прибор для определения неоднородности стекла



5. Изображение свилеватого стекла, полученное посредством прибора

Посторонние включения на поверхности стекла образуются от прилипания загрязнений с пода во время развертывания цилиндра в лист.

Шлиры — прозрачные или окрашенные бугорки, образующиеся при попадании тугоплавких, сильно кремнеземистых силикатов со свода печи.

Пузыри — газообразные включения большей или меньшей величины. Очень мелкие, почти незаметные для невооруженного глаза, называются мошкой. Пузыристость стеклянной массы зависит от условий варки. Стекло по составу могло быть чересчур вязким или температура отстаивания была низка, и газы, имеющиеся в массе всякого стекла, выделились не полностью.

Загар — поверхность стекла в отраженном свете имеет радужную окраску. Этот дефект зависит от состава стекла (несколько повышенное содержание щелочи). Влага, осаждаясь на поверхности, извлекает щелочь и оставляет кремневый «скелет», который вызывает преломление света. На таком стекле плохо держится подслой и эмульсия.

Для испытания стекла на 24 часа помещают под колпаком в пары дымящейся соляной кислоты. После 24 час. оставленное на воздухе стекло не должно иметь белого налета и побежалых цветов.

Расстекловывание. Под этим термином понимают выделения из стекла кристаллических или аморфных непрозрачных включений. Явление очень сложное и об'ясняется составом стекла и неправильно проведенным процессом варки.

Расстекловывание может произойти, если разогретое жидкое стекло подвергается медленному охлаждению. Склонность стекла расстекловываться в значительной мере зависит от состава. Чем богаче стекло окисью кальция, тем в большей степени оно обладает указанным недостатком; натриевое стекло легче расстекловывается, чем калиевое.

Волнистость стекла об'ясняется плохой выработкой (правкой стекла).

В стекле следует различать лицевую сторону и обратную. Как говорилось выше, стекло получается путем развертывания цилиндра, поэтому оно имеет некоторую искривленность, наблюдаемую при рассматривании края стекла одним глазом. Лицевой стороной называется та, которая вогнута; на нее производится полив эмульсии. Но определить вогнутость таким образом можно лишь для больших форматов. Для определения лицевой стороны у мелкого формата следует рассматривать самое ребро стекла. Та сторона, по которой было проведено алмазом, — ровная, та, по которой произведен излом, имеет неровности. Стекло всегда режется с лица, поэтому та сторона, где проведено алмазом, и есть лицевая. Правильность правки стекла определяется по глазомеру на отраженный свет: при последовательных колебаниях руки поверхность обеих сторон стекла не должна давать заметных и тем более резких искривлений прямых линий.

Стекло должно быть правильно отожжено, что определяется алмазом, — стекло должно легко и точно отламываться по линии надреза.

Для пластинок, предназначенных для особо точных с'емок — астрономические, геодезические, аэрос'емки — применяется специальное зеркальное плоскопараллельное стекло.

Помимо стекла нового часто применяют старое негативное, полученное путем смыва старых негативов или неиспользованных пластинок. При приеме старых негативов следует наблюдать, чтобы не было отбитых углов и трещин. Необходимо обращать внимание на то, чтобы негативы, поступающие в переработку, не были ранее усилены, так как при проявлении вновь изготовленных из них пластинок можно наблюдать появление первоначального изображения.

Люппо Краммер, Рейхер и другие исследователи об'ясняют это тем, что при усилении микроскопические частицы серебра проникают в толщу стекла; поэтому они не могут быть удалены даже кипячением с азотной кислотой или щелочью.

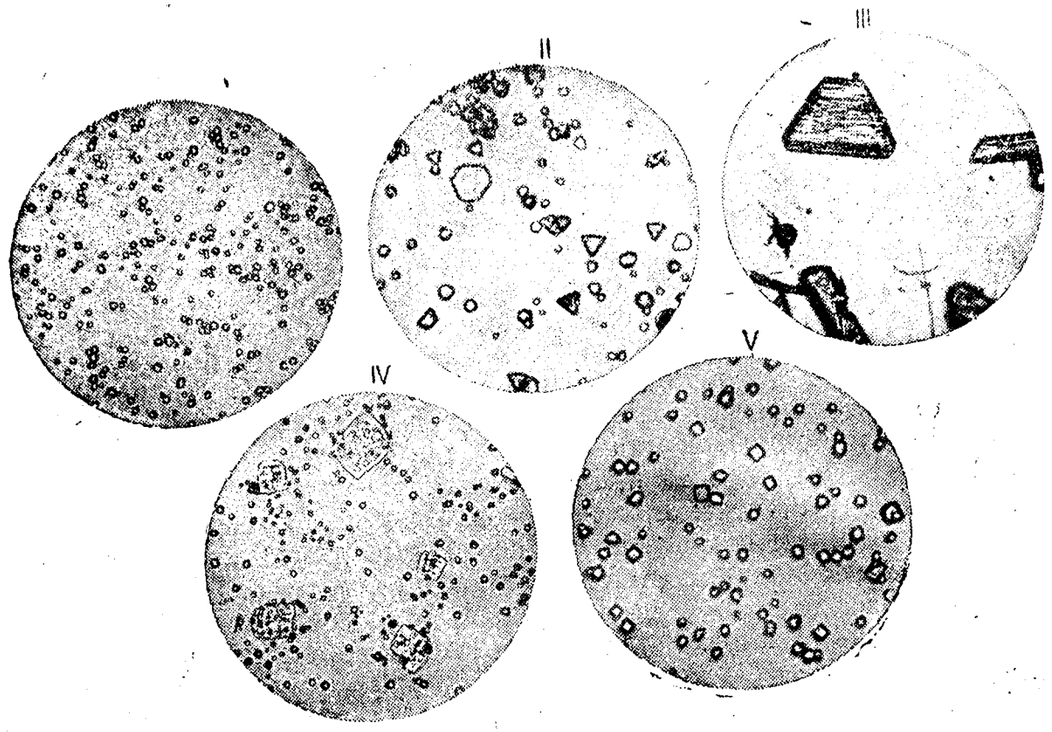
ЭМУЛЬСИЯ

Строение фотоэмульсий

Фотографическая светочувствительная эмульсия представляет собою желатиновую среду, в которой взвешено определенное количество галоидного серебра[1]: бромистого (AgBr), иодистого (AgJ) или хлористого (AgCl).

Обычно негативные эмульсии представляют смесь бромистого и иодистого серебра; позитивные очень часто содержат еще хлористое серебро. С точки зрения коллоидной химии мы имеем не эмульсию, а взвесь (суспензию) кристаллов галоидного серебра в

[1] Химические элементы—хлор, бром и иод носят общее название галоидов.



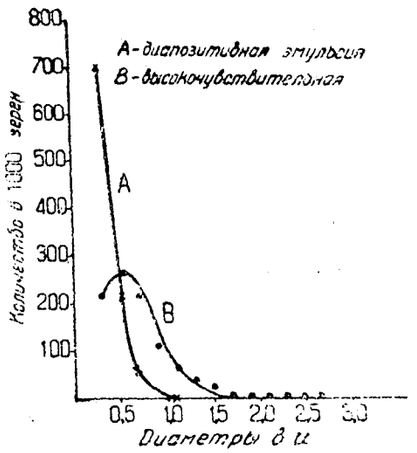
6. Формы эмульсионных зерен

желатине, но приходится придерживаться прочно укоренившегося слова «эмульсия».

В зависимости от метода изготовления эмульсионные зерна обычных эмульсий имеют величину от 0,2 μ и менее до 3—8 μ (или от 0,0002 *мм* до 0,008 *мм*). Количество зерен на кв. сантиметр поверхности эмульсионного слоя колеблется от 50 до 500 млн. Форма зерен может быть весьма разнообразная, как видно из рис. 6. В зависимости от условий получения зерна могут быть круглые или ограниченные гранями. Обычно вначале образуются зерна, не имеющие внешне кристаллического строения, потом их внешний вид меняется и они принимают кристаллическую форму. Как видно из рисунка, могут быть зерна шарообразные, квадратные (редко), треугольные и в виде длинных палочек — игл; зерна могут расти в трех направлениях и получаться толстыми; могут быть в виде тоненьких пластиночек — табличек; толщина таких табличек, по исследованиям Миза, может колебаться в пределах $^1/_{10}$—$^1/_{15}$ их диаметра. Разнообразие форм кристаллов обусловлено тем, что они образуются и растут в растворе желатины, которая, являясь типичным коллоидом, создает своеобразные условия роста и влияет на форму кристаллов. Величина последних, как и всяких кристаллов, зависит от концентрации исходных веществ и от температуры смешения и роста. Независимо от внешнего вида и величины все зерна галоидного серебра имеют кристаллическое строение.

Зерна галоидного серебра, составляющие одну эмульсию, большею частью довольно сильно отличаются друг от друга сво-

ими размерами. Распределение зерен по величине является одной из важнейших характеристик фотографических свойств галоидосеребряных эмульсий, так как эти свойства следует рассматривать как суммы свойств очень большого числа отдельных зерен. При общем подсчете наблюдается, что светочувствительность растет с увеличением размеров зерен; это вовсе не значит, что все крупные зерна более чувствительны, чем мелкие, но средняя величина чувствительности больших зерен выше чувствительности малых.



7. Диаграмма распределения зерен по величине для различных эмульсий

Химический состав зерен также различен. Так, по наблюдениям Шеппарда, для эмульсии, содержащей в среднем 32% иодистого серебра (по отношению к бромистому серебру), при средней чувствительности 62 по H&D наблюдались колебания в количестве иодистого серебра при переходе от мелких зерен к крупным в пределах 1,82—4,34, а чувствительности — от 18 до 110; из этого видно, что фотографические свойства отнюдь не определяются только размерами эмульсионных зерен и их распределением по величине, но с последней связана и внутренняя природа зерна. Чем разнороднее по чувствительности зерна в эмульсии, тем больше интервал яркостей, который будет раздельно передаваться эмульсией.

Рис. 7 показывает распределение зерен по величине; *A* — диапозитивной эмульсии, *B* — негативной высокочувствительной. Из этих кривых видно, что зерна позитивной эмульсии сравнительно малого размера и равномерной величины от 0,2—1 μ. Высокочувствительные имеют размеры зерен от 0,2 до 2,7 μ.

Для получения светочувствительного галоидного серебра смешивают раствор какой-либо галоидной соли (например бромистого калия) с азотнокислым серебром.

Бромистый калий			Серебро азотнокислое	
калий	бром	+	серебро	остаток азотной кислоты
Бромистое серебро			**Калий азотнокислый**	
серебро	бром	+	калий	остаток азотной кислоты

Серебро и калий меняются местами, и в результате получается светочувствительное бромистое серебро.

Если эту реакцию провести при отсутствии желатины, то тотчас же получается хлопьевидный осадок, быстро опускающийся на дно сосуда. При обработке проявителем такой осадок весь чернеет.

Если галоидное серебро осаждать в присутствии желатины, то образовавшиеся отдельные кристаллы не связываются в хлопья, а равномерно распределяются по всей жидкости, образуя эмульсию. Зерна галоидного серебра в эмульсии от проявителя не чернеют, а приобретают эту способность лишь после предварительного освещения.

Значение желатины

Из сказанного видно, какое большое значение имеет желатина при изготовлении эмульсий.

а) Она не дает зернам галоидного серебра слипаться и давать хлопья. Это свойство желатины называется защитным действием.

б) Благодаря присутствию желатины зерна галоидного серебра приобретают свойство проявляться лишь после предварительного освещения.

в) Желатина в сухом эмульсионном слое является средой (носителем), которая держит светочувствительные зерна на стекле.

г) Исключительно важное значение желатины заключается в том, что она очувствляет зерна галоидного серебра. Если сравнивать кристаллы галоидного серебра, полученные без желатины и с желатиной, то легко убедиться, что во втором случае зерна обладают гораздо большей чувствительностью.

Если приготовить ряд эмульсий в совершенно одинаковых условиях, но на разных желатинах, то чувствительность эмульсий будет различна, причем различие между чувствительностями отдельных эмульсий может быть в несколько десятков раз.

Природа светочувствительности

Путем рентгеновского анализа установлено, что все зерна галоидного серебра и эмульсии имеют кристаллическое строение, причем взаимное расположение атомов [1] соответствует кубической пространственной решетке (рис. 8), где каждый атом брома (черные кружки) симметрично окружен шестью атомами серебра (белые кружки), и, наоборот, каждый атом серебра окружен шестью атомами брома. В построенном таким образом веществе, где взаимные связи уравновешены, свет произведет гораздо меньшие изменения, чем в кристалле, у которого это взаимное равновесие атомов нарушено путем включения какого-либо другого вещества. Атомы последнего, располагаясь между атомами серебра и брома, ослабляют взаимную связь между ними, и для того, чтобы произвести изменения, в результате которых получается скрытое изображение, надо затратить значительно меньше световой энергии. Включениями в кристаллическую решетку бромистого серебра могут быть:

а) иодистое серебро;

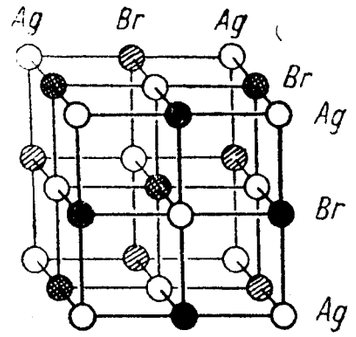
[1] Атом—мельчайшие частицы, из которых состоят все тела, простые и сложные, твердые, жидкие и газообразные.

б) сернистое серебро,

в) металлическое серебро, образующееся на поверхности кристалла вследствие восстановления сернистого серебра или галоидного серебра при воздействии света;

г) гидроксильные (OH^-) или водородные (H^+) ионы (в зависимости от реакции эмульсии);

д) красители, которые, вступая в комплексные соединения с галоидным серебром, дают очень неустойчивые соединения, под влиянием света легко разрушающиеся.



8. Кристаллическая решетка бромистого серебра

Эта способность некоторых красителей широко используется для приготовления эмульсий, отличающихся повышенной чувствительностью к определенной зоне спектра (например зеленой — ортохроматические эмульсии; к красной — панхроматические и т. д.).

Кристаллы галоидного серебра вследствие малых размеров имеют очень большую поверхность, поэтому все явления, протекающие на поверхности кристалла, играют очень большую роль и определяют в конечном счете качество готовой эмульсии. Задача эмульсионера сводится к тому, чтобы получить кристаллы галоидного серебра, обладающие неоднородной поверхностью.

При известных условиях изготовления эмульсий можно так сильно нарушить однородность поверхности, что светочувствительные зерна приобретают способность проявляться без предварительного воздействия света — эмульсия вуалирует.

При изготовлении эмульсий надо обеспечить такие условия, чтобы достигнуть достаточной степени неоднородности поверхности бромистого серебра, но не перейти за предел и не получить вуали.

Свет, действуя на светочувствительный кристалл бромистого серебра, производит такие изменения, что в конечном итоге образуется металлическое серебро (в местах, где кристаллическая решетка наиболее неоднородна), из которого складывается скрытое изображение; в дальнейшем группы атомов металлического серебра, образующие это изображение, являются центрами, около которых начинает при проявлении откладываться металлическое серебро.

Физико-химическая схема процесса изготовления эмульсий

Как указывалось выше, при изготовлении эмульсий исходят из азотнокислого серебра и галоидной соли. Обычно эмульсии делаются бромоиодистые, поэтому приготавливают два раствора: один содержит азотнокислое серебро, обработанное предварительно аммиаком, а другой — раствор желатины, бромистого и иодистого

калия. Оба раствора смешиваются в темноте. Во время смешения и после него происходят следующие процессы.

1. Сначала при сливании обоих растворов образуются пересыщенные растворы галоидного серебра, которые через бесконечно малый промежуток времени переходят сначала в амикроскопические, потом коллоидные и наконец видимые кристаллы.

2. Ввиду того что иодистое серебро растворяется гораздо хуже бромистого, в первое мгновение после смешения выделяются кристаллы иодистого серебра, которые и являются центрами кристаллизации для бромистого серебра. Поэтому введение в эмульсию иодистого серебра способствует получению мелкозернистой эмульсии.

Вливают раствор серебра в раствор галоидных солей, а не наоборот, иначе в первый момент смешения, когда имеется еще избыток серебра, могут образовываться кристаллы галоидного серебра с избытком на поверхности ионов серебра, что неизбежно вызовет появление вуали.

3. После образования видимых кристаллов и помутнения эмульсии начинается сложный процесс перераспределения вещества. В образовавшейся эмульсии имеются зерна различной величины.

Как доказано Оствальдом, мелкие зерна обладают большей растворимостью, чем крупные, поэтому они начинают растворяться, а перешедшее в раствор галоидное серебро откладывается на поверхности более крупных кристаллов.

Таким образом крупные кристаллы укрупняются за счет мелких. Рекристаллизации способствуют те вещества, которые находятся в эмульсии и облегчают растворение галоидного серебра, а именно аммиак и избыток бромистой соли. Этот процесс облегчается путем увеличения температуры.

Одновременно с указанным процессом наблюдается еще явление склеивания отдельных мелких кристаллов — к о а л е с ц е н ц и я; склеившиеся кристаллы обрастают новыми солями отлагающегося из раствора галоидного серебра и дают начало большим кристаллам.

Описанный процесс перераспределения вещества, протекающий при повышенной температуре без удаления продуктов реакции и избыточных солей, введенных во время эмульсификации, называется п е р в ы м с о з р е в а н и е м, или ф и з и ч е с к и м с о з р е в а н и е м, поскольку протекающие при этом процессы имеют главным образом физический характер. Практически первое созревание достигается выстаиванием эмульсии после смешения в определенных температурных условиях.

4. По окончании первого созревания эмульсию студенят.

5. Застудневшуюся эмульсию измельчают, пропуская через пресс, и получают в виде червяков.

6. Червяки промывают до полного удаления аммиака.

7. Промытую эмульсию подвергают повторному созреванию, т. е. выстаиванию в тепле. В этих условиях чувствительность эмульсии значительно повышается. При этом происходят следующие явления. Когда мы описывали первое созревание, мы не упоминали о тех химических процессах, которые протекают параллельно с физическим процессом роста зерен. На самом деле вместе с галоидным серебром на поверхности кристаллов откладываются и другие химические вещества, находящиеся в эмульсии; особо важное значение имеет отложение серы из желатины, дающей центры чувствительности — сернистое серебро. Но так как одновременно с отложением посторонних веществ, нарушающих целость кристаллической решетки, идет отложение галоидного серебра, то все посторонние включения зарастают и их практическое значение ослабляется.

Совершенно другое явление происходит при втором созревании, когда эмульсия уже освобождена от всех веществ, способствующих изменению величины кристаллов; откладывающиеся на поверхности кристаллов чувствительные центры не закрываются; поэтому роста кристаллов во втором созревании не происходит, но чувствительность растет.

Следует иметь в виду, что для данной желатины при определенном методе изготовления эмульсии чувствительность имеет некоторую предельную величину, переход за которую влечет лишь увеличение вуали. Поэтому, если с целью повышения чувствительности увеличим первое созревание, второе созревание дает гораздо меньший эффект или вовсе не покажет прироста чувствительности, когда первое созревание доведено до предела, доступного на данной желатине.

Центры чувствительности распределяются на поверхности кристаллов бромистого серебра по закону случая, поэтому есть основания предполагать, что крупные зерна, имеющие большую поверхность, получат большее количество чувствительных центров.

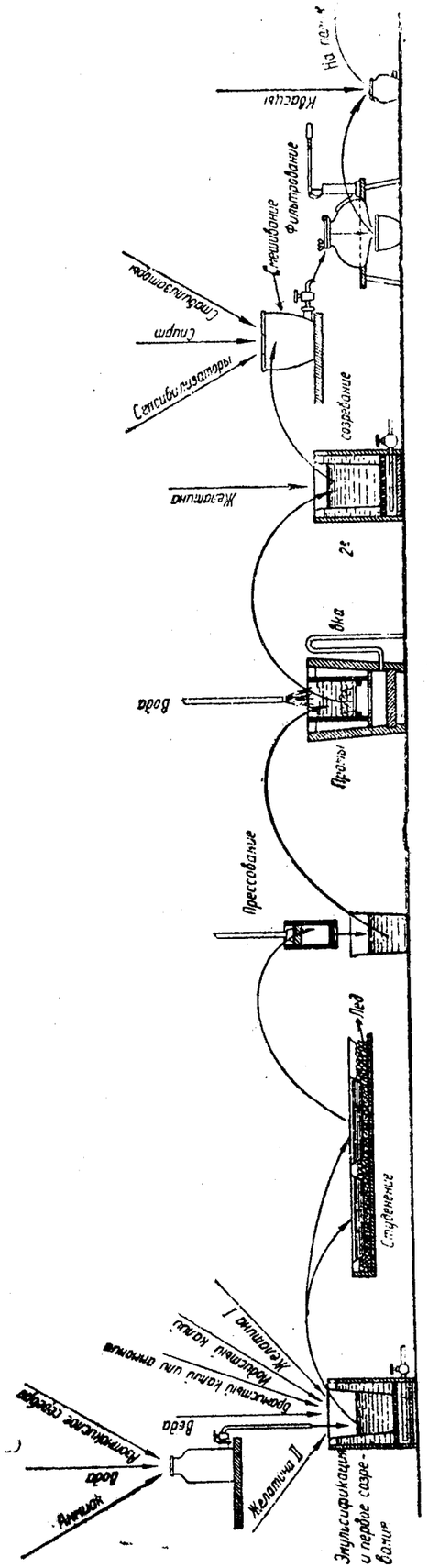
Это явление и наблюдается на практике — для каждой данной эмульсии более к р у п н ы е з е р н а в среднем чувствительнее мелких.

Так как при втором созревании наблюдаемый в результате всех описанных изменений эффект зависит главным образом от химических явлений, происходящих на поверхности зерна, то второе созревание называется х и м и ч е с к и м в отличие от первого, где преобладают физические процессы.

8. Подготовка к поливу состоит в добавлении к эмульсии веществ, предохраняющих ее от вуалирования, дубящих и эмульгирующих следы жира.

В конечном счете получается фотографическая эмульсия, представляющая собой смесь кристаллов (зерен) галоидного (главным образом бромистого) серебра различной величины и чувствительности.

Каждое зерно представляет собой самостоятельную физико-химическую систему, по-своему реагирующую на световое воздействие. Почернение, наблюдаемое после проявления экспонированной пластинки, является суммированным почернением отдельных зерен. Чем однороднее зерна, тем уже границы, в которых изменяются почернения, и эмульсия работает контрастно.



9. Схема изготовления эмульсий

Практические приемы изготовления эмульсий

На рис. 9 приведена схема процесса изготовления эмульсий. Отвешиваются указанные в схеме химикалии и растворяются в двух сосудах; серебро обычно обрабатывается аммиаком—а м и р у е т с я. Сосуды для эмульсификации употребляют глиняные; недостаток этих сосудов—их плохая теплопроводность. Бывают сосуды медные, посеребренные или никелевые. Вливание одного раствора в другой можно производить несколькими способами:

а) растворы смешивают очень быстро — мгновенная эмульсификация, дающая однородное зерно и поэтому контрастную эмульсию;

б) средняя скорость вливания — 5—8 мин.—дает эмульсии средней контрастности;

в) медленная эмульсификация – больше 10 мин.—дает эмульсии мягкие;

г) прерывистая эмульсификация — серебро приливается в несколько приемов, в промежутках между которыми идет созревание; эмульсия получается мягкая или средняя.

Приливание серебра следует вести при помешивании вручную или приводными мешалками. Варочные котлы вставлены в водяную баню, обогреваемую паром, имеющую автоматическое регулирование температуры. Смешивание производят при определенной температуре (обычно 35—50°). После смешивания эмульсия выстаивается различное время, в зависимости от желаемой степени чувствительности.

По окончании первого созревания в эмульсию прибавляют желатины и немедленно переливают в плоские кюветы, стоящие на льду, где она застывает. Застывший студень поступает на пресс, который его продавливает; в результате получаются червяки — круглые или квадратного сечения 4—8 *мм* в поперечнике: размер и форма червяков зависят от формы решетки, через которую продавливают.

Далее червяки промываются в промывных бачках до полного исчезновения аммиака, что определяется при помощи реактива Неслера. Для этой цели испытуемую воду берут в пробирку и приливают несколько капель реактива; отсутствие желтого окрашивания указывает на чистоту промывки. Вентцель рекомендует проводить пробу так: разводить реактив в 6 раз, в него класть кусочек червяка и наблюдать изменение окраски.

Промытую эмульсию загружают в такие же варочные котлы, как при первом созревании, и дают выстаиваться при температуре более низкой, чем первый раз, до тех пор, пока она не приобретет желаемой чувствительности или не достигнет максимума чувствительности, возможного на данной желатине. Тогда в нее добавляют бромистого калия или лития, а иногда и то и другое вместе; делается это для того, чтобы предохранить эмульсию от вуалирования при сушке и хранении; кроме того дают некоторое количество квасцов, сообщающих путем задубливания прочность эмульсионному слою. Иногда добавляются красители, сообщающие эмульсии ту или иную цветочувствительность. Если эмульсия имеет вязкость, не сответствующую требованиям полива, то в нее добавляют спирт — при густой эмульсии и желатину — при жидкой, плохо застывающей на поливной машине. В таком виде эмульсия готова к поливу. Перед поливом эмульсия фильтруется через специальные фильтры.

Эмульсионная рецептура

Для лучшего уяснения всего вышеизложенного разберем конкретный случай изготовления эмульсии и попутно выясним влияние отдельных составных частей.

Для примера возьмем эмульсию, метод изготовления которой проработан в технологической лаборатории НИКФИ. Этот метод позволяет получать эмульсии от низких до очень высоких чувствительностей (2 000 по H. & D.).

Приготовляют два раствора:

А.	Бромистого калия	— 12	*г*
	Иодистого калия	— 0,35	„
	Желатины	— 0,5	„
	Воды	— до 50	*см*³
Б.	Азотнокислого серебра	— 12	*г*
	Аммиака	— до растворения появившегося остатка	
	Воды	— до 60	*см*³
	Температура исходных растворов	50°.	
	Температура первого созревания	50°.	

По окончании созревания добавляют 10 *г* желатины, студенят, промывают, как описано выше. Перед вторым созреванием добавляют еще 10 *г* желатины и выдерживают желатину при температуре 45°.

По окончании второго созревания доводят об'ем до 275 *см*³ и добавляют 0,0125 *г* бромистого лития, 2 *см*³ квасцов 1 : 50 и поливают 4—5 *см*³ на пластинку 9×12.

Приведенную рецептуру можно изменить различными способами с целью изменения конечных свойств эмульсии.

Приливание раствора *Б* в раствор *А* можно производить моментально, первое созревание ограничивать 10 мин., второе допускать не более получаса. В результате получается довольно контрастная диапозитивная эмульсия.

Если сливать растворы в два приема, — первый раз влить 40 *см*³ и через 45 мин. остальные 20 *см*³ и после этого оставить созревать 30 мин., второе созревание проводить до 5 час и более,— получается эмульсия большой чувствительности, с контрастом около единицы.

При увеличении количества иодистого калия до 5% (в данном рецепте 3%) наблюдается увеличение контраста, но эмульсия плохо фиксируется. Больше 5% брать не рекомендуется. В различных рецептах избыток KBr колеблется от 10 до 100%. Бромистый калий полезно прибавлять в эмульсию в количестве 0,7—1% от взятого при эмульсификации азотнокислого серебра.

Особенное значение имеет количество желатины. Если при эмульсификации уменьшать количество желатины в растворе *А*, то зерно будет укрупняться и несколько увеличивать чувствительность; однако меньше 1% желатины (считая на общий об'ем *А* и *Б*) применять не следует, так как галоидное серебро будет оседать на дно сосуда. Обычно применяют 3—5%. При бо́льших концентрациях желатины получаются мелкозернистые малочувствительные эмульсии. Если желатину разделить между растворами *А* и *Б*, можно получить почти нечувствительную эмульсию липмановского типа.

Перед студенением в эмульсию добавляют желатины столько, чтобы получился 8—10%-ный раствор. При промывке вместе с остальными веществами вымываются и те соединения желатины, которые очувствляют галоидное серебро. Поэтому после промывки, перед вторым созреванием опять добавляют свежей желатины, чтобы способствовать росту чувствительных центров на кристаллах галоидного серебра.

Увеличение количества азотнокислого серебра сказывается благоприятно в смысле повышения контраста и чувствительности, но предел здесь положен защитными свойствами желатины: при большом количестве серебра оно выпадает в осадок и кроме того увеличивается вуалирующая способность эмульсии. Обычно в готовых к поливу негативных эмульсиях серебра содержится 30—50 *г* на литр.

Большое значение при изготовлении эмульсий имеет аммиак. Высокочувствительные эмульсии можно получить лишь с полным

амированием серебра. Позитивные эмульсии, так же как и негативные средней чувствительности, можно получать без аммиака. Можно аммиак вводить в раствор *А* или делить его в разных отношениях между обоими растворами —в каждом случае результаты будут различные, но наибольшая чувствительность получится лишь при полном амировании.

При наличии очень хорошего перемешивания можно об'емы обоих растворов уменьшить почти вдвое, что способствует увеличению чувствительности.

Приведенным перечнем изменений основного рецепта далеко не используются все возможные варианты, дающие в результате различные по качеству эмульсии.

Изготовив разные по качеству эмульсии, можно их смешивать, получая производную эмульсию с желаемыми свойствами; путем смешения можно выравнивать отклонения отдельных эмульсий от стандарта, вызванные неоднородностью желатины и неточным соблюдением условий изготовления.

Получение эмульсий различной цветочувствительности

Обыкновенная эмульсия обладает чувствительностью в синей части спектра, мало чувствительна в желтой и зеленой и совершенно не чувствительна в красной зоне спектра. Поэтому синие тона будут выходить на отпечатке светлыми, в то время как для глаз они кажутся значительно более темными, чем например желтые лучи. Чтобы исправить цветочувствительность пластинок, в эмульсию добавляют краситель, который, осаждаясь на поверхности галоидного серебра, сообщает ему чувствительность к различным зонам спектра. Такое очувствление эмульсий называется оптической сенсибилизацией, а вещества, ее вызывающие, сенсибилизаторами.

Основные функции сенсибилизатора следующие:

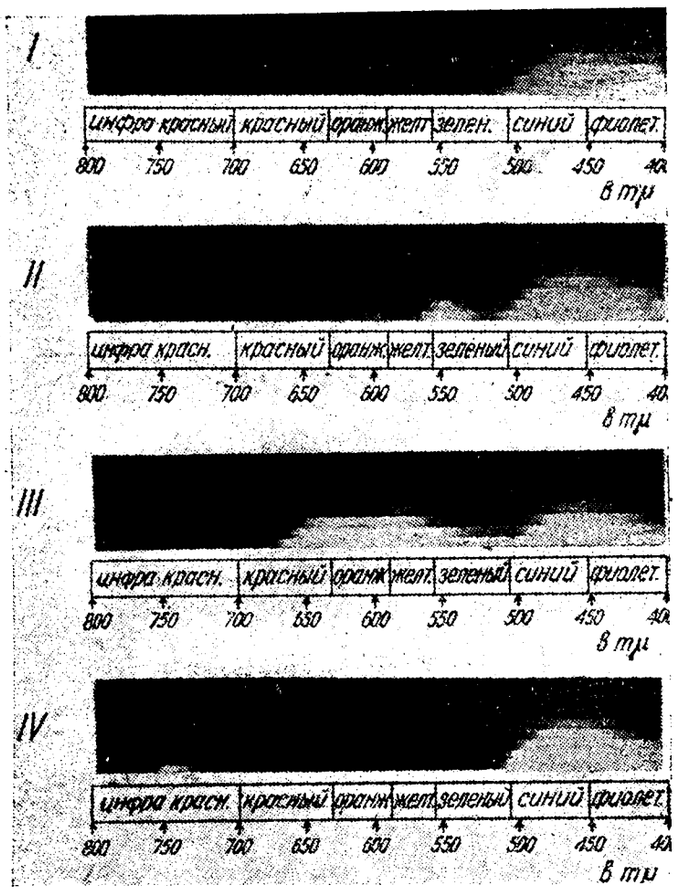
а) Краситель, осаждаясь на кристаллической решетке галоидного серебра, нарушает ее прочность и облегчает таким образом работу световому лучу.

б) Краситель поглощает свет, не актиничный (т. е. не действующий на светочувствительную эмульсию) по отношению к бромистому серебру.

в) Краситель передает поглощенную энергию бромистому серебру.

Механизм всех этих процессов еще не достаточно изучен, но несмотря на это, оптическая сенсибилизация в настоящее время применяется очень широко.

Известно довольно много красителей, которые исправляют у эмульсий естественную цветочувствительность и приближают ее к спектральной чувствительности глаза. Однако при всех сенсибилизаторах всегда остается преобладающей чувствительность эмульсии к сине-фиолетовой области, и для выравнивания общей цветочувствительности приходится применять при с'емке соответствующие светофильтры, задерживающие лучи этой области спектра.



10. Цветочувствительность различных пластинок

Здесь упомянем лишь о наиболее употребительных сенсибилизаторах.

Эритрозин. Сообщает эмульсии чувствительность к желто-зеленой области спектра. Сенсибилизированные к лучам этой области эмульсии называются ортохроматическими.

Ортохром Т. Увеличивает чувствительность эмульсий к лучам сине-зеленой, зеленой и желтой областям спектра.

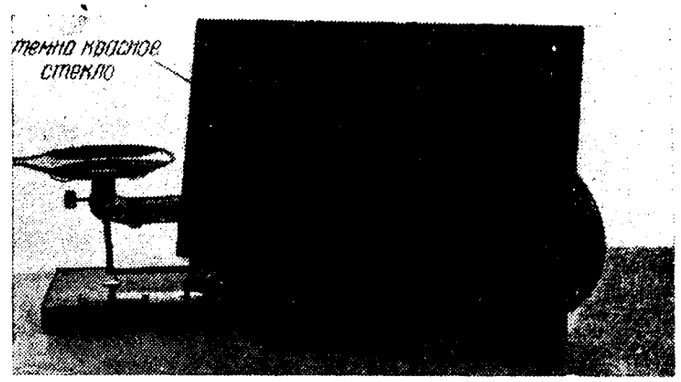
Пинафлавол. Сенсибилизирует к зеленой части спектра.

Пинахром. Сенсибилизирует к зеленой, оранжевой и частично к красной зоне спектра.

Пинацианол. Начинает сенсибилизировать немного в зеленой; полоса сенсибилизации проходит через желтую, оранжевую в красную часть спектра. Эмульсии, очувствленные к красной части спектра, называются панхроматическими. Обычно пинационал применяется в комбинации с ортохромом.

Криптоцианин. Сенсибилизирует к красной части спектра и, что особенно важно, к невидимой инфракрасной части. Граница видимости лежит в красной части спектра в лучах с длиной волны 700 *мμ* (миллимикрон). Криптоцианин сенсибилизирует до 750 *мμ*.

Неоцианин. Сенсибилизирует в инфракрасной зоне еще

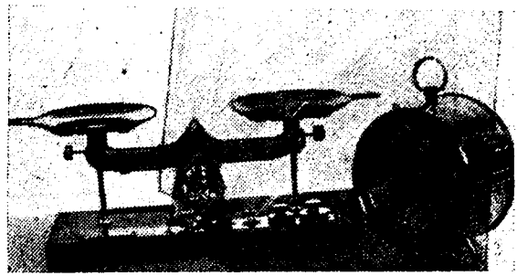


11. Снимок, сделанный на ортохроматической эмульсии

дальше, чем криптоцианин,— до 900 *мμ*, а при специальной обработке — до 1 120 *мμ*.

Эритрозин прибавляют перед эмульсификацией (0,02% от $AgNO_3$) и перед поливом или перед вторым созреванием еще столько же.

Остальные сенсибилизаторы прибавляются в количестве, вдвое меньшем, чем эритрозин. Добавляются они непосредственно перед поливом. Это делается для того, чтобы не менять освещения на всем производстве. Панхроматические эмульсии обрабатываются при зеленом свете.



12. Тот же об'ект, снятый на панхроматической эмульсии

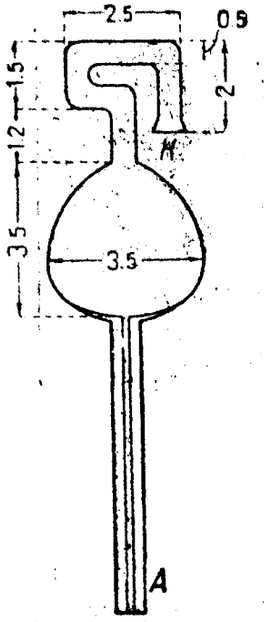
Криптоцианин и неоцианин добавляются так же перед поливом. Количество инфракрасных сенсибилизаторов — 0,005% от $AgNO_3$.

Ниже приводится рисунок (10), характеризующий цветочувствительность эмульсий. На пластинках с различной цветочувствительностью снят спектр: *I* — на обыкновенной эмульсии: *II* — на ортохроматической; *III* — на панхроматической; *IV* — на инфракрасной. Для наглядного представления различия между ортохроматической и панхроматической эмульсиями приводим здесь рис. 11 и 12.

Эмульсия, подаваемая для полива, должна соответствовать определенным требованиям, для того чтобы полив протекал нормально и не имел отклонений, вредно влияющих на качество продукции.

1. Вязкость эмульсии должна быть всегда приблизительно одной и той же.

В производственных условиях вязкость с достаточной степенью точности определяется сравнением скорости вытекания из пипетки воды и эмульсии. По Вентцелю, скорость вытекания эмульсии должна быть в пять раз меньше скорости вытекания воды; это указание примерное. Для определения вязкости применяют вискозиметр Жимского, изображенный на рис. 13.



13. Вискозиметр Жимского

Он состоит из массивной шейки, которая ориентирует вискозиметр в вертикальном положении. Вискозиметр опускают прямо в эмульсию и замечают время до того момента, пока он не перестанет опускаться; это произойдет тогда, когда шейка прикоснется к поверхности эмульсии, тогда воздух в шарике замкнется и уравновесит вискозиметр. Время опускания вискозиметра должно быть всегда приблизительно одно и то же. Точное совпадение вязкостей в разных эмульсиях невозможно, да оно и не требуется, так как режим полива допускает широкие колебания.

Вязкость эмульсии зависит:

а) От вязкости примененной желатины. Поскольку желатина представляет сложный комплекс различных веществ, постольку вязкость ее может колебаться в значительных пределах. В процессе получения желатины происходит первичное расщепление ее, также влияющее на вязкость.

б) От метода получения эмульсии. Если эмульсия щелочная (при аммиачном методе получения), да к тому же имеет место продолжительное созревание, то также происходит гидролиз, влияющий на вязкость.

Наличие зерен той или иной величины также сказывается на вязкости.

При теплой промывной воде желатина может сильно набухнуть и дать разбавленную эмульсию; мягкая желатина, применяемая для синтеза эмульсий, также может дать разбавленную эмульсию.

Жидкая эмульсия исправляется путем введения желатины, густая — разбавлением. Менять вязкость можно также повышая или понижая в известных пределах температуру подаваемой на полив эмульсии.

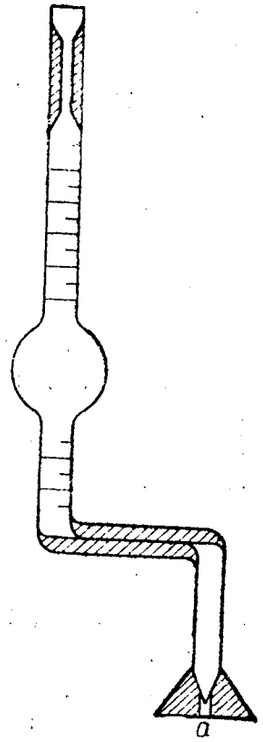
2. Температура эмульсии не должна быть низкой, иначе она будет застывать при поливе и даст разводы на пластинке. Очень высокую температуру также нельзя допускать, так как эмульсия может не застыть на ковре. Кроме того при поливе будет протекать созревание и нарастание вуали, а также оседание галоидного серебра на дно. Обычная температура полива 30—35°. Повышая температуру, уменьшают вязкость эмульсий, понижая — увеличивают.

3. Эмульсия перед поливом должна быть профильтрована и не должна содержать никаких взвешенных примесей. Необходимо также проверить эмульсию на отсутствие вуали (см. контроль производства).

4. Эмульсия должна быть в должной степени задублена; передубленная эмульсия отличается густотой и может иметь комья, не плавящиеся даже при высокой температуре.

5. Запах эмульсии должен быть чистый желатиновый; затхлый или дурной запах характеризует начало разложения эмульсии.

6. Эмульсия не должна давать при поливе на поверхности ямок — кратеров, называемых на производстве «депрессией». Эмульсия должна свободно и ровно растекаться на чистой поверхности стекла. Хорошая растекаемость обусловливается определенным поверхностным натяжением. Ввиду отсутствия соответствующих работ невозможно указать наиболее благоприятную величину поверхностного натяжения; его можно установить лишь практически. Определяется оно при помощи сталагмометра Траубе (рис. 14), который представляет собой пипетку, изогнутую под прямым углом и имеющую шлифованный конец *а*. Вытекающая из нее жидкость прилипает к шлифованному концу и накапливается здесь до тех пор, пока капля не сделается настолько тяжелой, что должна будет упасть. Отсчитывают количество падающих в минуту капель. Чем выше поверхностное натяжение, тем меньшее количество капель упадет. Депрессия — также явление поверхностное. Частично об'ясняют ее вкраплением жира, имеющегося в желатине. Поверхностное натяжение регулируют добавкой различных веществ. Из них следует отметить широко вошедший в практику наших фабрик так называемый «контакт Петрова», предложенный Государственным оптическим институтом, альборит (импортный препарат), настойку мыльного корня. Положительное воздействие указанных веществ на эмульсию, помимо изменения поверхностного натяжения, сказывается еще и в том, что они одновременно эмульгируют жир и равномерно распределяют тонкую пену по всей массе эмульсии (эмульгирование также является поверхностным явлением).



14. Сталагмометр Траубе

7. Эмульсия не должна содержать пены и пузырьков воздуха.

В случае отклонения эмульсии от указанных требований следует ее немедленно возвращать в эмульсионный цех.

Подробное описание методов изготовления эмульсии можно найти в книгах: Михайлов и Шкулин «Химия и технология светочувствительных материалов», Уол «Фотографические эмульсии» и др. (см. список литературы в конце книги).

УПАКОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Роль упаковочных материалов в фотопромышленности гораздо значительнее, чем в других производствах. Упаковка не является только тарой для транспортирования фотопластинок, — она одновременно изолирует пластинки от света. Так как эмульсион-

ный слой чрезвычайно легко может вуалировать под влиянием ничтожных количеств всяких посторонних реагентов, необходимо к упаковке пред'являть особые требования.

В качестве упаковки применяются: парафиновая бумага, черная неактиничная бумага, картон, оберточная бумага, дерево. Ближе всего с эмульсией соприкасается парафиновая бумага, в которую завертывают пластинки для предохранения их от сырости. Парафиновая бумага получается путем пропитывания парафином белой тонкой бумаги. Необходимо, чтобы парафиновая бумага не была хрупкая и не ломалась при завертывании в нее пластинок. По внешнему виду она должна быть более или менее прозрачна, однородна и не иметь никакого запаха. Качество самой бумаги до парафинирования не играет роли, так как все дефекты закрываются парафином. Необходимо применять для парафинирования высший сорт парафина, имеющий достаточно высокую температуру плавления.

Фотографическое испытание парафиновой бумаги производится так же, как черной.

Второй слой упаковки—черная неактиничная бумага, накладываемая поверх белой парафиновой. Она получается путем добавления в бумажную массу черной краски или сажи, т. е. эта бумага прокрашена насквозь. К черной бумаге следует пред'являть следующие требования:

а) бумага не должна быть ломкой; должна выдерживать не менее 15—20 изгибов на машине Шоппера;

б) бумага должна быть однородной во всей массе и не иметь пор и скважин, так как иначе свет может проникнуть на светочувствительный слой;

в) краска не должна пачкаться; бумага не должна пылить;

г) бумага не должна иметь запаха.

Присутствие всяких вредных примесей может быть определено фотографическим путем. Для этого кусочек испытуемой бумаги закладывают между двумя пластинками так, чтобы бумага непосредственно соприкасалась с эмульсионным слоем, и оставляют на более или менее длительный срок, например на две недели. После этого пластинки проявляют — не должно быть отпечатка бумаги.

Повышая температуру, например до 60—70°, можно сократить срок лежания бумаги между светочувствительными слоями до одних суток; при этом на пластинках значительно усиливается вуаль, но все же отпечатка бумаги не должно быть даже в том случае, если парафиновая бумага приклеилась к пластинке.

Из картона изготовляются коробки для упаковки пластинок. Прочность картона должна соответствовать размеру коробок. Для больших коробок требуется и более толстый картон. Толщина картона определяется номером, который показывает, сколько листов картона содержится в определенной навеске. Таким образом, чем выше номер картона, тем он тоньше. На пластиночных фабриках приняты следующие номера картона:

Для формата:	9 × 12 —	№ 30	Для формата:	18 × 24 }	— № 18
	10 × 15 —	№ 25		24 × 30 }	
	12 × 16,5 — }	№ 20		30 × 40 }	— № 16
	13 × 18 — }			40 × 50 }	
				50 × 60	— № 14

Обычно картон применяется древесный; его следует считать наиболее безопасным, так как он содержит меньше сернистых соединений и менее гигроскопичен, чем соломенный картон.

При приемке картона следует обращать внимание на то, чтобы он не был хрупким, очень шероховатым и не содержал крупных (плохо размолотых) частиц. Желательно, чтобы он был несколько проклеен, иначе он будет впитывать в себя и легко пропускать внутрь влагу от оклейки.

Присутствие вредных примесей в картоне определяется фотографически, как было описано выше. Можно наличие гипосульфита и других сернистых соединений, являющихся восстановителями серебра, определять химически. Для этого навески расщепленного на мелкие кусочки картона заливают определенным количеством дестиллированной воды и оставляют стоять на 24 часа. После этого отбирают пипеткой некоторое количество жидкости и титруют ее иодом в присутствии крахмала, как это обычно делается при титровании гипосульфита. Затраченный иод пересчитывают на SO_2 и на взятую навеску; выражают содержание SO_2 в процентах к навеске.

Коробки для упаковки пластинок имеют самую разнообразную форму, в зависимости от принятого на данном предприятии типа упаковки. Коробки должны быть прочными, углы коробок оклеиваются или скрепляются проволокой; последний способ — хуже, так как проволока рвет по углам черную бумагу. Размер коробок должен быть несколько больше формата укладываемых в нее пластинок, так как надо учитывать два слоя бумаги, в которую завернуты пластинки — парафиновую и черную. Хорошо иметь коробки совершенно склеенные, даже с этикеткой. Такая упаковка гораздо прочнее, и кроме того коробки не надо мочить после укладки пластинок.

Оберточная бумага, которой оклеиваются коробки снаружи, особого значения не имеет; необходимо лишь следить, чтобы она всегда была одного цвета и не расползалась при намачивании.

Доски служат для изготовления ящиков, в которых хранятся и перевозятся пластинки. Основное требование, пред'являемое к доскам, — это чтобы они не были сырыми и не имели соснового запаха: смолы, обусловливающие запах сосны, имеют способность восстанавливать галоидное серебро.

3 ГЛАВА

СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА

Для более ясного представления всего технологического процесса на рис. 15 приводится схема производства.

Производство фотопластинок разделяется на четыре основных процесса:

а) подготовка стекла;

б) изготовление эмульсии (эта часть производства здесь не рассматривается, см. список специальной литературы, в конце книги);

в) полив эмульсией стекла, и

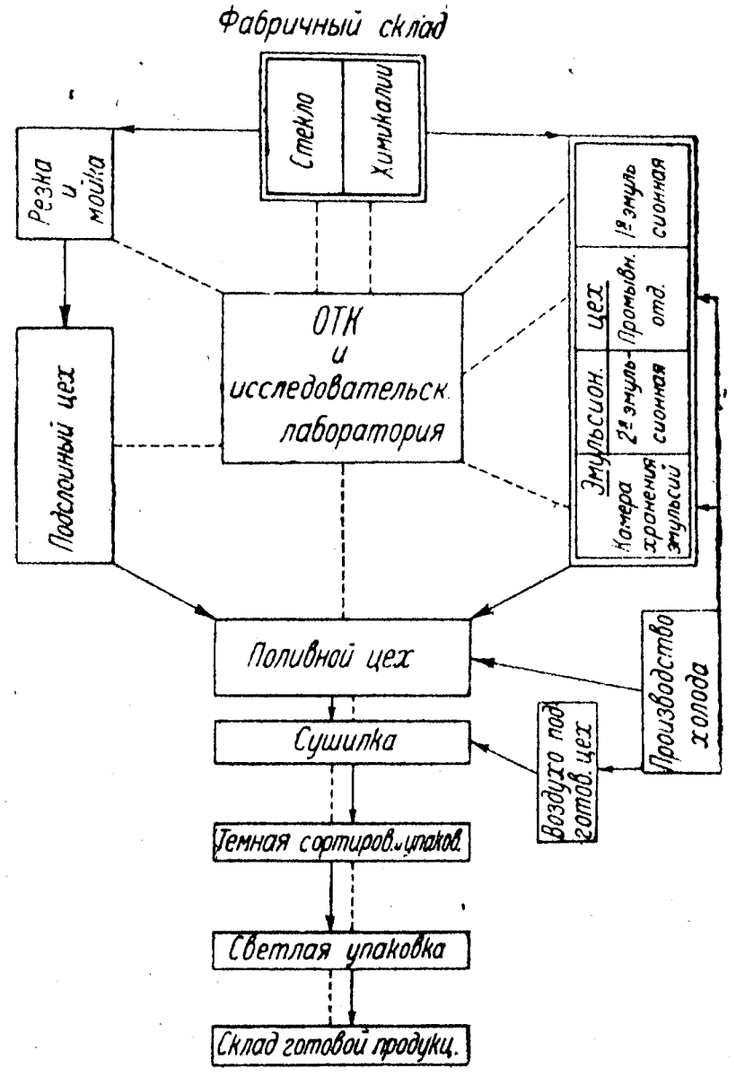
г) дальнейшая обработка пластинок.

Каждый из этих процессов распадается на ряд операций, выполняемых соответствующим цехом. Подготовка стекла складывается из следующих операций: резки, сортировки, мойки, подслаивания. Изготовление эмульсии складывается из операций, перечисленных выше (см. стр. 20). Полив стекла производится поливным цехом; после этого следует дальнейшая обработка, состоящая из следующих операций: сушки, сортировки, упаковки темной, упаковки светлой. Со всеми этими операциями должен быть тесно связаны контроль производства и исследование готовой продукции.

Прежде чем переходить к описанию отдельных цехов, необходимо дать понятие об организации самого производства в целом.

Выбор места для организации фотопластиночного производства — дело чрезвычайно ответственное. Возьмем например наши московские пластиночные фабрики, расположенные одна около ряда фабрик, другая около железнодорожного узла. И в том и другом случае мы имеем воздух, загрязненный пылью и вредными газами, выделяющимися при сгорании топлива (сернистый газ — SO_2, окись углерода — CO и др.). Эти газы являются восстановителями, и поэтому на обеих фабриках бывали случаи массового вуалирования продукции в сушилках, куда вводится большое количество воздуха. Лучше всего располагать фабрики за городом, среди зелени (но не в сосновом лесу). Необходимо иметь хорошие под'ездные пути для удобной доставки стекла. Фабрика должна снабжаться хорошей водой, качество которой особенно важно для эмульсионного цеха.

На фабричной территории необходимо иметь зеленые насаждения и траву для уменьшения содержания пыли в воздухе. Цеха



15. Схема производства пластинок

в строении фабрики должны быть расположены последовательно соответственно прохождению процессов производства. Производство пластинок в значительной степени механизировано, поэтому в нем вполне возможно применить конвейерную систему, которая может быть осуществлена лишь при соответствующем расположении производственных помещений и машин.

Совершенно самостоятельным цехом является эмульсионный, из которого продукцию — эмульсию — можно передавать как угодно далеко. Стекольный и моечный цеха — наиболее грязные на фабрике, поэтому их надо располагать таким образом, чтобы сырость и мусор не попадали в следующий цех. Подслойный цех должен быть связан с моечным и резальным, чтобы подготовленное стекло кратчайшим путем попадало на подслойную машину. Между подслойным и поливным цехами должно быть промежуточное помещение, где остывает подслоенное стекло. Дальше идут уже темные цеха, до отделочного. Желательно все производство

за исключением эмульсионного, располагать в одном этаже, чтобы избежать под'ема и спуска стекла, имеющего значительный вес. В случае необходимости можно располагать производство в двух этажах, но стекломоечный и отделочный должны быть обязательно в первом этаже.

Во всех помещениях фотофабрики необходимо поддерживать клиническую чистоту, так как для пластинок опасна не только пыль, но и микроорганизмы, вызывающие пятна на эмульсионном слое. Стены всех помещений должны быть выкрашены белой масляной краской, за исключением внутренних стенок тамбуров. Углы должны быть круглые, чтобы их удобно было очищать от пыли. Темные помещения связываются со светлыми небольшими темными промежутками, называемыми т а м б у р а м и. Полы должны быть плиточные или линолеумовые для того, чтобы их легко было отмывать. Ввиду того что все помещения замкнутые, необходимо в них иметь хорошую вентиляцию. Темные помещения должны иметь окна, чтобы в перерывах, когда может быть допущен свет, можно было проветривать помещения. Расположение машин должно быть таково, чтобы не чувствовалось тесноты.

Помимо основных цехов каждая пластиночная фабрика должна иметь ряд дополнительных. Наиболее важным из них — холодильный цех; наличие холода в производстве представляет большие удобства и делает производство независимым от атмосферных влияний.

Каждая фабрика должна иметь исследовательскую лабораторию, состоящую по меньшей мере из 5 комнат: химическая, эмульсионная, сенситометрическая, проявочная, измерительная.

На фабрике необходимо иметь складское помещение, котельную, механическую и столярную мастерские.

Особое внимание при организации фотопластиночного производства должно быть уделено освещению темных цехов. Это чрезвычайно сложный вопрос, от благоприятного разрешения которого зависит производительность темных цехов и уменьшение брака. Освещение, с одной стороны, должно быть достаточно ярким, позволяющим свободно ориентироваться в цехе, а с другой стороны, оно не должно вызывать вуали на светочувствительном слое. До сих пор не найдено оптимальных условий освещения. На большинстве фабрик темные цеха окрашены в черный цвет и применяются источники света, скудно освещающие лишь рабочее место. При организации освещения надо исходить из следующих предпосылок.

1. Абсолютно неактиничного света не существует: даже самый темный красный свет в большей или меньшей степени действует на пластинку. Поэтому интенсивность света следует рассчитывать, исходя из того времени, в течение которого светочувствительный материал будет освещаться этим светом.

2. Освещение в темных цехах подразделяется на: а) общее освещение цеха; б) освещение рабочего места; в) освещение пола для удобства перемещения: г) освещение для указания выходов (осветители-маяки).

3. Интенсивность и цветность освещения должна зависеть от свето- и цветочувствительности данного материала.

Наиболее безопасным светом является отраженный — рассеянный свет. Поэтому для равномерности общего освещения цехов необходимо последние окрашивать белой глянцевой краской, хорошо отражающей свет.

Общее освещение следует создавать фонарями, подвешенными к потолку и закрытыми снизу.

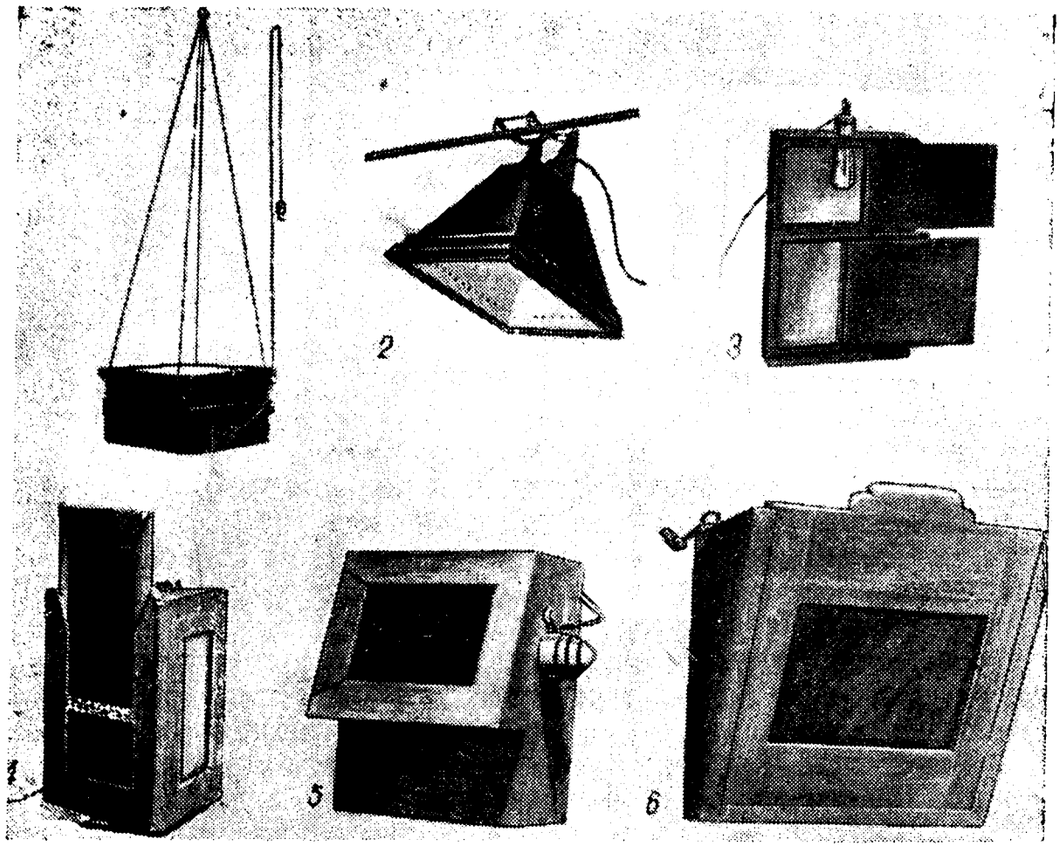
По данным лаборатории фирмы «Кодак», фонари, имеющие светящуюся поверхность 18×24 *см* и лампочку в 25 ватт, следует подвешивать на расстоянии 60 *см* от потолка; каждый такой фонарь приходится на 10 $м^2$ площади белого потолка. Лампочки во всех фонарях рекомендуется иметь одной мощности и усиливать освещение, увеличивая количество фонарей.

Общее освещение вполне возможно в поливном цеху и эмульсионных цехах. В отделочном цеху, где материал продолжительное время лежит на столах, общая освещенность является опасной, поэтому следует применять местное освещение. Для того чтобы облегчить передвижение в этих цехах, следует рекомендовать освещение пола источниками света, расположенными под столом; тогда свет не будет освещать расположенные на столе материалы и вместе с тем позволит достаточно легко ориентироваться в помещении. Так как в производстве преобладают ортохроматические пластинки, то общее освещение обычно делают красным. При изготовлении и панхроматических и инфракрасных пластинок можно выключать общее освещение и менять свет местных фонарей с красного на зеленый. При производстве диапозитивных пластинок можно включать добавочные фонари общего освещения, так как позитивная эмульсия гораздо менее чувствительна и обычно неортохроматична.

Интенсивность общего освещения по цехам может быть следующая: первая эмульсионная — довольно яркий; промывочная — довольно яркий; вторая эмульсионная — минимальный (если эмульсия готовится в открытых сосудах); поливное — довольно яркий; сушилка — минимальный (лучше даже общего освещения не делать и ограничиться световыми дорожками на полу); сортировка — общего освещения не делать и ограничиться дорожками на полу; проходы и коридоры — ярко.

При освещении рабочего места (у варочных котлов, у полива, в сортировке и т. д.) следует учитывать время нахождения эмульсионного слоя у источника света. Актиничность последнего проверяется практически: завернутая наполовину пластинка кладется у проверяемого фонаря на том расстоянии, на котором она находится во время работы, освещается двойное против необходимого количество времени (например, если пластинка должна во время работы находиться на расстоянии 25 *см* 10 сек., то освещают ее на этом расстоянии 20 сек.) и проявляется. В результате проявления не должно быть заметного вуалирования по сравнению с неосвещенной половиной.

Следует отметить, что применяемые для освещения свето-



16. Различные типы фонарей: *1*—фонарь висячий, *2*—фонарь подвесной, *3*—фонарь настольный — очень удобная форма фонаря; дает рассеянный свет; *4*—трехгранный фонарь, каждая сторона может иметь свой фильтр; *5*—деревянный фонарь для сортировщиц; *6* — деревянный фонарь для упаковщиц и резчиков

фильтры, окрашенные органическими красителями, легко выцветают, и поэтому не реже одного раза в месяц их следует проверять.

Форма самих источников света—фонарей—может быть самая разнообразная. Хороший фонарь должен отвечать следующим условиям: не пропускать белого света, иметь хорошую вентиляцию и не нагреваться, допускать легкую замену фильтров, возможность удобного приспособливания к месту работы. Форма фонарей для отдельных цехов будет указана при описании последних; укажем лишь, что для общего освещения очень удобны фонари, рекомендуемые фирмой «Кодак». Хороши также трехгранные фонари, которые могут дать по желанию отраженный или прямой свет. Разные типы фонарей приведены на рис. 16. Необходимой принадлежностью каждого фонаря является светофильтр, пропускающий лучи определенного цвета. Светофильтры могут быть изготовлены из стекла, окрашенного в массе, стекла, политого окрашенной желатиной, или из цветного пергамента, заложенного между стеклами.

Наибольшей яркостью отличаются светофильтры, изготовленные из политых окрашенной желатиной стекол, поэтому при таких

фильтрах для уменьшения яркости и рассеяния света между стеклами закладывается папиросная бумага.

В литературе имеется много рецептов изготовления цветных фильтров. Приводим здесь некоторые из них.

Изготовляют растворы:

А) Тартрацина — 2%
Б) Метилвиолета — 0,25%

Купают пергамент в одном из этих растворов и потом складывают тартрациновый и метиловиолетовый листки вместе. Получается красный светофильтр. Можно приготовить 6%-ный раствор желатины, окрасить ее указанными красителями и полить ею стекло. Указанные количества являются примерными, так как интенсивность окраски зависит от качества пергамента, и точные концентрации подбираются опытным путем.

Гюбль приводит рецепт надежных фильтров для ортохроматических пластинок:

Желатиновый раствор (6%-ный)	— **100**	*см*³
Раствор тартрацина 1 : 10	— **10**	„
Фильтровая синяя 1 : 100	— **32**	„
Кислая фиолетовая 1 : 100	— **58**	„

Поливать 1 *см*³ **на 1** *дм*².

Для панхроматических пластинок следует применять темно-зеленое освещение, в этом случае для фильтра можно рекомендовать следующие красители:

Раствор желатины (6%-ный)	— **90**	*см*³
Нафтоловой зеленой (1 : 100)	— **10**	„
Темной зелено-красной	— **0,8**	*г*

4 ГЛАВА

СТЕКЛОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЦЕХ
(Резельный и моечный)

Стекло со стеклозавода поступает прежде всего в этот цех. Ящики вскрываются в сарае или на дворе, а в цех поступает стекло уже без тары. Стекло следует хранить под крышей, так как в противном случае оно может намокнуть и смерзнуться, что дает увеличенный процент брака. Стекло в цех переносят при помощи станочков (рис. 17), вмещающих, в зависимости от формата стекла. 8—12 дюж. Такие станочки на пластиночных фабриках находят широкое применение.

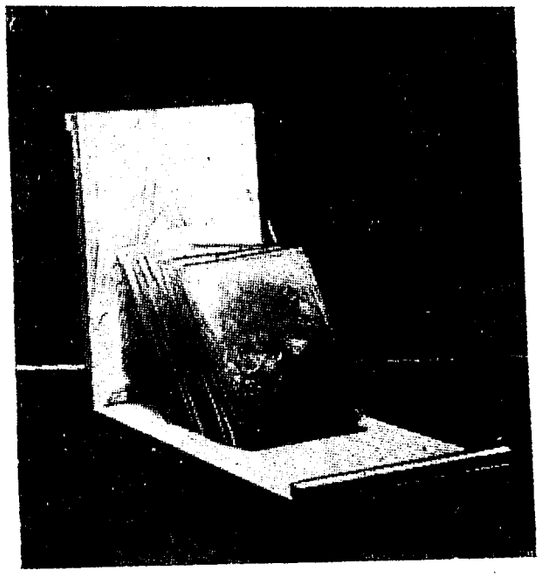
Если стекло форматное, то ограничиваются лишь сортировкой; если стекло листовое, то его режут. При обработке стекло должно иметь температуру помещения, поэтому холодное стекло в цех приносят накануне. Предварительно лист стекла внимательно осматривается для выявления дефектов и в зависимости от наличия дефектов режется на большие или меньшие форматы. Резка производится по лицу алмазом. Для точного воспроизведения форматов применяются резальные доски, на которых легко устанавливаются соответствующие размеры. На рис.18 приводится рисунок резальной доски. На этой доске формат устанавливается при помощи поворота сторон параллелограмма *абвг*, основание которого *аг* вращается по направляющему кругу *О*. Резка производится при помощи алмаза *М*, двигающегося всегда строго параллельно направляющим салазкам *кл*.

При резке пластинок алмаз следует держать темным пятнышком, имеющимся на ручке, в сторону линейки. Резать нужно всегда с лица. Станок устанавливается на определенный размер, и резка сводится к проведению алмазом черты, по которой стекло затем легко отламывается. При резке не следует нажимать на алмаз. надо, чтобы он ходил легко, без рипа. Если в опытных руках алмаз начнет скользить, то его следует заменить новым.

Форматное стекло подвергается лишь сортировке согласно вышеприведенным техническим требованиям.

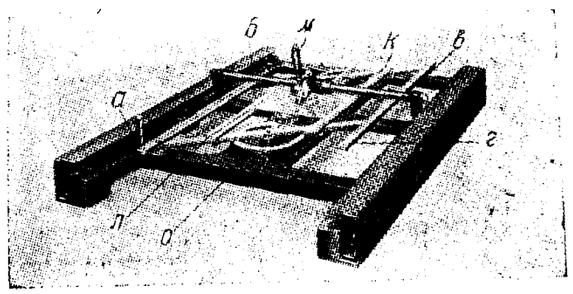
Чистое разрезанное или отсортированное стекло поступает в подслойно-поливной цех, если же оно очень грязное, оно предварительно моется. Обычно мойка располагается рядом со стекольным цехом. Мойке подвергается очень грязное стекло, старое негативное стекло и бракованные поливы.

Грязное стекло кладется в деревянные лохани. К лоханям подведена горячая и холодная вода. Для мойки наливается теплая вода 25—30°. Работница берет по одному стеклу, кладет на доску, расположенную поперек лохани, и трет щеткой одну, потом другую сторону, проверяет чистоту стекла, споласкивает водой и кладет на ребро на край доски.



17. Каретка для стекла

Старые негативные пластинки тесно ставятся на ребро в станочки и опускаются в отпарочный бак; в последнем находится кипящая вода, подкисленная 1% серной кислоты. Через 5—6 минут стекло вынимается из бака и кладется в такие же лохани, какие употребляются для промывки грязного стекла. В одну и ту же воду кладут максимальное количество пластинок, чтобы больше накопилось серебра. Когда вода достаточно будет насыщена серебром, ее переливают ведрами в пементные отстойники, которые очищаются один раз в месяц.



18. Резальный станок

Обычно здесь же производится утилизация серебра. Отстой из цементных ям переносят на фильтр, а получающийся на последнем осадок галоидного серебра подсушивают и сдают на утильзавод. Оборудование стекломоечного цеха — не сложное. Оно состоит из больших прочных некрашеных столов, на которых располагаются резальные станки или производится сортировка. лохапней для мойки и деревянных чанов. Лохани и чаны располагаются так, чтобы их легко было заполнить холодной и горячей водой из близлежащих кранов.

Чаны, в которых производится кипячение, снабжены паровым змеевиком. Цех должен иметь хорошую вентиляцию, чтобы в помещении не оставалось пара.

5 ГЛАВА

ПОДСЛОЙНЫЙ ЦЕХ

В подслойном цехе стекло подготовляется к поливу светочувствительной эмульсией.

На чистом стекле эмульсия плохо держится, плохо растекается при поливе. При обработке (проявление и т. д.), эмульсия легко отстает от стекла. Способность эмульсии приставать к стеклу в значительной степени зависит от желатины. Так например иногда эмульсии сползают даже со специально подготовленного стекла; но эти случаи, зависящие от свойств самой эмульсии, в практике встречаются редко.

Для удержания эмульсии на стекле необходимо нанести промежуточный слой. В качестве такого слоя еще Обернеттер предложил растворимое стекло (водный раствор 1 : 200). На обработанном таким образом стекле эмульсия хорошо растекалась и держалась. Но вследствие химической неустойчивости растворимого стекла эти свойства пропадали при хранении, и даже было замечено образование на пластинках темной вуали. Из большого числа предложенных рецептов остался в употреблении подслой, состоящий из задубленной хромовыми квасцами желатины. Вентцель приводит следующий рецепт подслоя:

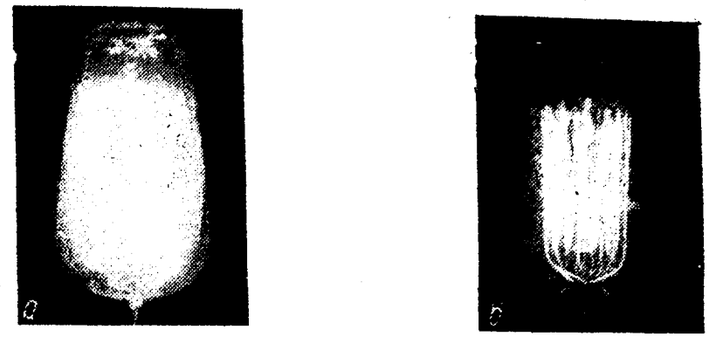
Твердой эмульсионной желатины	**— 50** *г*
Воды дестиллированной	**— 18** *л*
Раствор хромовых квасцов (20 *г* на 1 *л*)	**— 300** *см*³

На фабриках ФОКХТ принят следующий подслой:

Воды	**— 12** *л*
Желатины	**— 60** *г*
Хромовых квасцов (1 : 10)	**— 45** *см*³
Спирта	**— 400** *см*³

Фирма «Кебиг» дает следующий расход материалов для подслоя (на 400 $м^2$ стекла):

Воды	**— 4** *л*
Желатины	**— 25** *г*
Спирта	**— 0,15** *л*



19. Влияние противоореольного подслоя:—*а* снято на обыкновенной пластинке, *б*—снято на пластинке с противоореольным подслоем

Подслой на пластинках в некоторых случаях служит не только для удержания светочувствительного слоя. На обычных пластинках различные яркие об'екты дают очень большое количество световых лучей, которые проходят сквозь эмульсию, отражаются от задней стороны пластинки и освещают эмульсию сзади. Так как при прохождении через стекло происходит преломление лучей, то световые пятна приобретают расплывчатую форму, получаются так называемые «ореолы» (рис. 19). Для избежания этого явления на пластинку наносят непрозрачный подслой—противоореольный.

Политые на такой подслой эмульсии называются п р о т и в о о р е о л ь н ы м и. Хороший противоореольный подслой должен отвечать следующим требованиям:

а) быть непрозрачным для света;
б) не действовать на светочувствительный слой;
в) легко удаляться при фиксировании.

В настоящее время применяются следующие подслои:

а) подслой с перекисью марганца;
б) подслой из красителей;
в) подслой из мелкозернистой нечувствительной эмульсии.

Наиболее старый по времени и сохранившийся до наших дней подслой — это желатиновая эмульсия с перекисью марганца. Последняя получается путем восстановления перманганата. Это восстановление осуществляется следующими путями:

восстановление желатиной;
восстановление сернокислой закисью марганца;
восстановление органическими кислотами (щавелевой, винной, лимонной).

По противоореольным подслоям в НИКФИ была проведена большая работа А. Ф. Груба и И. П. Трохиным под руководством Я. М. Катушева. Материалы этой работы приводятся в дальнейшем изложении. Из трех методов наилучшие результаты дает восстановление перманганата сернокислой закисью марганца. В этом случае получается наибольшая дисперсность (раздробленность) частиц перекиси марганца (MnO_2), которые дают однород-

ную эмульсию, совершенно не коагулирующую (не осаждающуюся), обладающую большой кроющей способностью. В остальных двух случаях получалась эмульсия грубодисперсная с наклонностью к коагуляции. Медленным слиянием составных частей и энергичным перемешиванием удавалось увеличить дисперсность частиц MnO_2, но все же они были крупнее частиц, восстановленных сернокислой закисью марганца. При восстановлении сернокислой закисью марганца наблюдалось интересное явление. Оказалось, что не все желатины одинаково относятся к марганцевым солям: желатина Ленинградской фабрики и заграничная Эвальда обнаружили меньшую склонность к дублению солями марганца, чем желатина производства московского завода. В качестве вещества, противодействующего дублению, необходимо вводить органическую кислоту.

В результате экспериментальной проверки НИКФИ были рекомендованы и проверены на производстве следующие рецепты:

1. (По Люппо-Крамеру) Приготовляют растворы

а) Желатины	—	50 *г*	Температ. 45°
Дестиллированной воды	—	5 *л*	
б) Марганцевокислого калия	—	10 *г*	
Дестиллированной воды	—	0,5 *л*	
в) Марганцевокислого калия	—	25 *г*	
Дестиллированной воды	—	0,5 *л*	
г) Щавелевой кислоты	—	2 *г*	
Дестиллированной воды	—	0,2 *л*	
д) Желатины	—	400 *г*	
Дестиллированной воды	—	1,5 *л*	

В раствор *а* последовательно при энергичном помешивании вводятся остальные растворы; после перемешивания всей массы смесь ставится студениться.

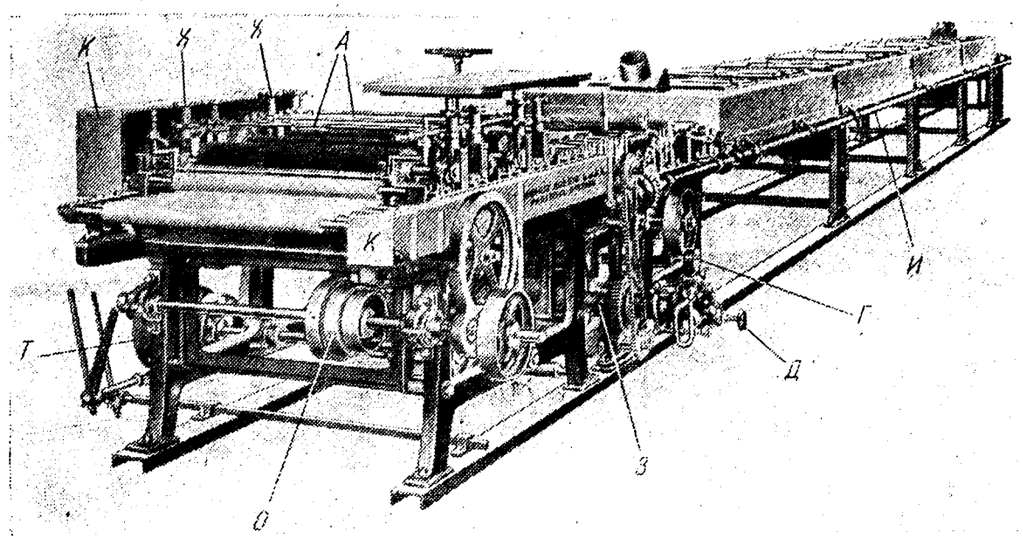
По застывании продавливается через пресс, и полученные после продавливания червяки промываются. Промытая эмульсия поливается 200—300 $см^3$ на 1 $м^2$.

2. (По Люмьеру) Приготовляют растворы

а) Желатины	—	50 *г*	Температ. 60—70°
Дестиллированной воды	—	5 *л*	
б) Марганцевокислого калия	—	36,1 *г*	
Дестиллированной воды	—	1 *л*	
в) Желатины	—	400 *г*	
Дестиллированной воды	—	1,5 *л*	

В раствор *а* при энергичном помешивании прибавляются остальные растворы. Смешение и размешивание необходимо вести при 65—70°. Дальнейшие операции—как в предыдущем случае.

Гораздо лучшими противоореольными свойствами обладает подслой из красителей. В качестве образца приводим подслой с резоловой кислотой, испытанный в НИКФИ:



20 Подслойнополивная машина

3. Желатины	—	10 *г*
Воды	—	250 *л*
Резоловой кислоты	—	3 *г*
Спирта	—	50 $см^3$

Все смешивают, и подслой готов к поливу. Поливают 200—400 $см^3$ на 1 $м^2$.

Прекрасными противоореольными свойствами обладает подслой из мелкозернистой эмульсии:

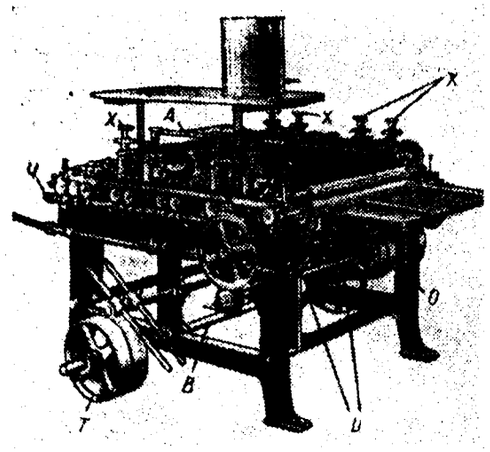
4. а) Азотнокислого серебра	—	30 *г*
Воды	—	50 $см^3$
б) Желатины	—	25 *г*
Воды	—	250 $см^3$
в) Желатины	—	25 *г*
Бромистого калия	—	25 *г*
Воды	—	200 $см^3$

Раствор *а* вливается быстро при помешивании в раствор *б* и смесь их вливается в раствор *в*. Смешивание ведется при 35°. Полученная эмульсия студенится, промывается как обычно. Поливают 300 $см^3$ на 1 $м^2$.

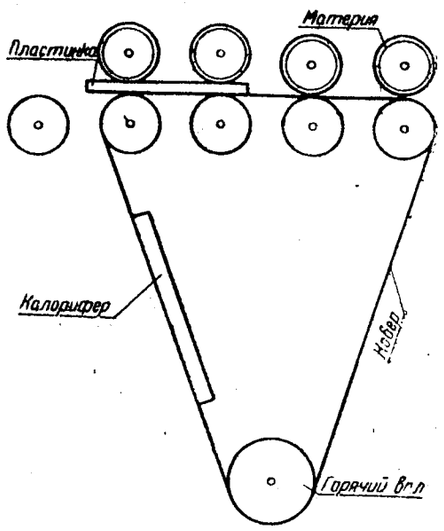
Обыкновенный подслой наносится специальными подслойными машинами, а противоореольный — теми же машинами, которые поливают светочувствительную эмульсию.

Оборудование подслойного цеха состоит из подслойной машины, лоханей для стекла, стола для с'емщицы и стеллажей и станочков для охлаждения стекла.

Моечно-подслойная машина (рис. 20), состоит из трех основных частей: моечная часть (передняя), подслойно-поливная часть (средняя) и сушильный канал. Все эти три части соединены в один агрегат, получающий движение от одного мотора. На рис. 21



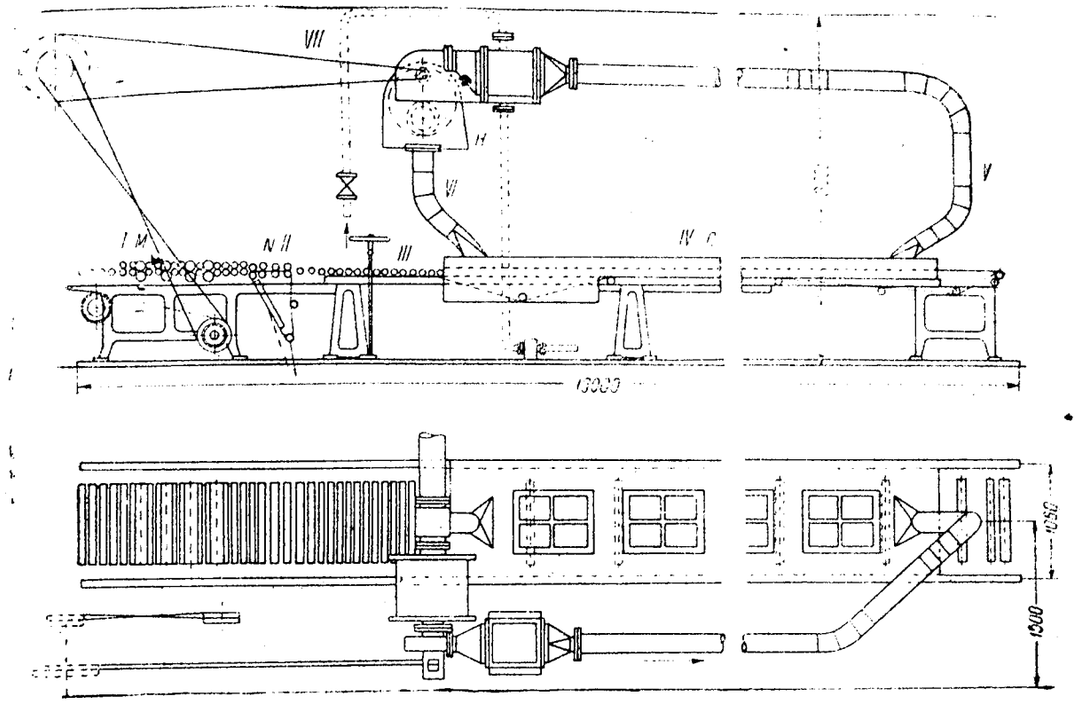
21. Моечная часть подслойнополивной машины



22. Горячий ковер установки подслойнополивной машины

изображена отдельно передняя — моечная часть машины. Машина получает движение от шкива *T*, который через передаточные шкивы, соединенные с основным валом *B* ремнями *P*, передает движение червяку *Ч*, вращающему шестеренки *H*, насаженные на концы валов; трехступенчатый шкив *O* позволяет менять скорость прохождения пластинок от 2 до 4½ *м* в минуту.

Транспорт пластинок достигается путем вращения двенадцати тонких валиков (диаметр 50 *мм*), валики обложены резиной. Валики расположены на таком расстоянии один от другого, чтобы пластинки даже малого формата, пускаемые по диагонали, не проваливались, а проходили по валикам. Нижние валики имеют на концах шестерни и приводятся во вращение червяков, расположенным вдоль машины. Вместо червячной можно иметь цепную передачу; ременная не применяется, так как вследствие скольжения ремней нельзя гарантировать плавность хода. Верхние валики лежат свободно в гнездах и опираются на один общий брус. Поднимая и опуская этот брус посредством винтов *X*, можно регулировать вертикальное расстояние между валиками и поднимать их в нерабочее время с целью предохранения от слипания. Таким образом верхние валики, не имея передачи, двигаются вследствие трения стекла, передвигаемого нижними валиками; отставая в движении, они трут поверхность стекла. Кроме валиков малого диаметра имеются еще 4 пары круглых щеток, которые при помощи шестерен приводятся в очень быстрое движение. Первая пара щеток сделана из фибры, чтобы противостоять действию щелочи. При помощи винтов *X* можно регулировать расстояние между щетками. Для правильной работы машина должна быть хорошо отрегулирована, расстояние между щетками должно быть одинаково по всей ширине машины; образующие всех валиков и щеток должны лежать в одной плоскости. Стекло предварительно замачивается в воде, в которую на 100 *л* добавляется 50 *см*³ серной кислоты, и



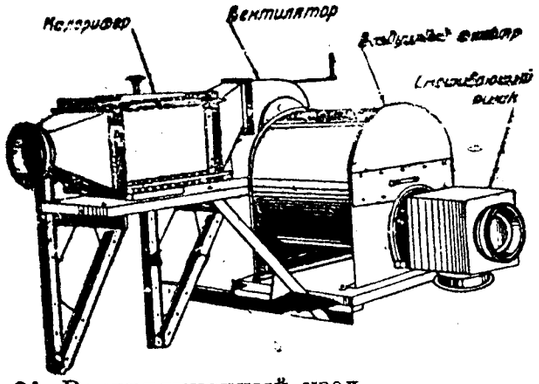
23. Общий вид установки подслойнополивной машины

кладется между первой парой щеток; продвигаясь между ними, стекло смачивается с обеих сторон сильными струйками воды из труб *A*, расположенных на машине, протирается щетками и по выходе из последней пары щеток смачивается дестиллированной водой из бачка, расположенного под валиком *У*.

Из моечной части стекло поступает на следующую часть машины, которая схематически изображена на рис. 22. Валики этой части покрыты ковром из толстой материи. Верхние валики обертываются толстой шерстяной материей — кирзой, и сверху полотном или марлей; они свободно лежат в гнездах и опираются на ковер. Стекло, проходя по ковру, отдает ему влагу с нижней части, а валики вытирают его сверху. Чтобы ковер хорошо впитывал воду, его подсушивают, для чего служит горячий вал, обогреваемый паром. Очень часто паровой подогрев заменяют электрическим.

Сухое стекло поступает под каскад *E*. Каскад представляет собой узкое длинное корытце, куда из специальной склянки поступает подслой. Из корытца свешивается полоска батиста, по которой сливается эмульсия. Касаясь краем пластинок, полоска смазывает их. Смазанные пластинки поступают на ковер, проходящий через сушильный канал. Последний имеет длину 9 *м* и соединен с вентиляционной системой.

Общее расположение всей установки представлено на рис. 23: I — моющая часть; II — сушильная часть; III — полив подслоя; IV — сушильный канал; V — подвод горячего воздуха; VI — отвод воздуха; VII — вентиляционный узел. На рис. 24 отдельно показан вентиляционный узел. Воздух поступает нагретым до 70—75°.



24. Вентиляционный узел

уходит с температурой 50°. За время прохождения сушильного канала пластинки должны совершенно высохнуть. Так как употребляется очень большое количество воздуха, то он слабо насыщается влагой, и поэтому в вентиляционной системе циркулирует несколько раз один и тот же воздух. Ковер, проходящий через сушильный канал, поддерживается свободно лежащими там валиками. Вся система сушильного ковра приводится в движение валом *И* (рис. 20). Воздуха необходимо 10—15 $м^3$ в минуту; мотор для вентилятора — 0,7 л. с.

Пластинки из сушильного канала выходят совершенно сухими и прозрачными, так что наглаз невозможно определить, на какой стороне подслой. Поэтому их надо ставить всегда в определенном порядке, чтобы не перепутать стороны при поливе. Для определения подслойной стороны следует подышать на пластинку, тогда со стороны подслоя заметны будут полосы — следы щеток. Стекло с машины сходит теплым, поэтому его следует остудить перед поливом. Обычно оно складывается в чистую прохладную комнату на стеллажи, где и остывает; такой склад вмещает суточный запас стекла. Производительность подслойной машины зависит от формата пропускаемого стекла и от качества машины; в среднем за 1 машино-час пропускается 78—110 $м^2$; брак — бой, грязь — 4%.

Ниже приводится таблица выработки 1 машины на 3 скорости:

Таблица 4

Формат	Производит. 1 машины в смену в $м^2$
9×12	372
10×15	520
13×18	718

Мы не приводим здесь описания эмульсионного цеха, так как вопросу изготовления эмульсий посвящена специальная книга, к которой мы и отсылаем читателя (см. список литературы в конце книги), а переходим прямо к описанию цеха поливного.

6 ГЛАВА

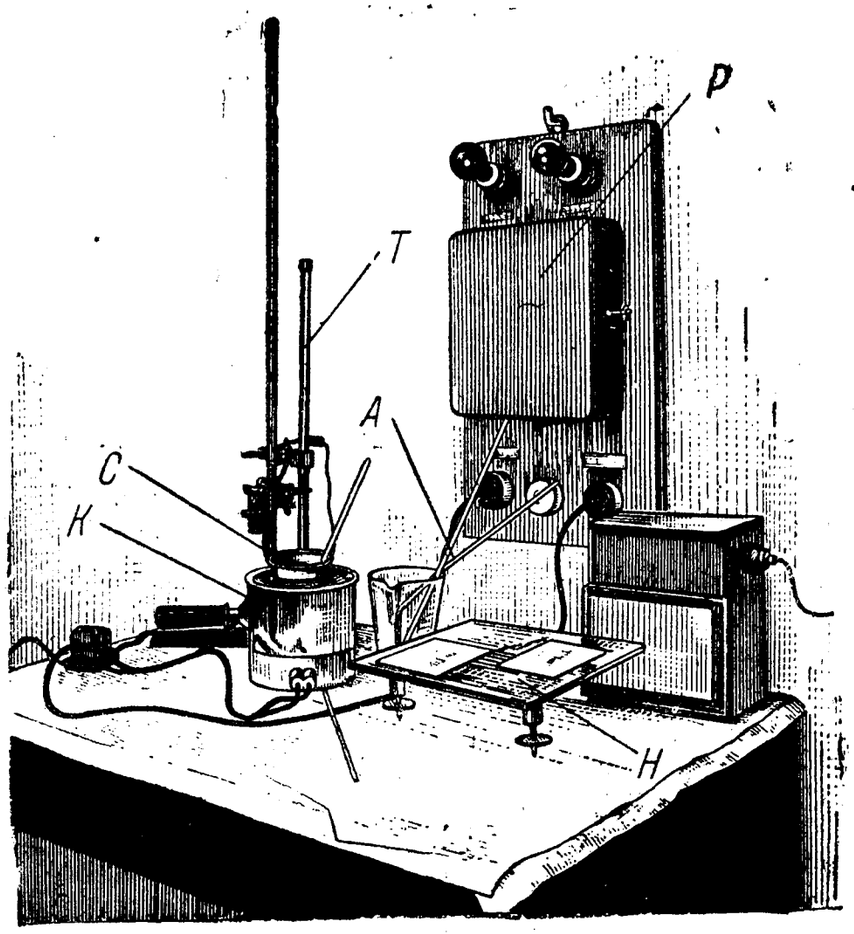
ПОЛИВНОЙ ЦЕХ

Полив пластинок эмульсией является весьма ответственной операцией, так как и при хорошей эмульсии плохой полив на стекло дает брак.

Для полива существуют поливные машины, но в производстве для всякого рода проб и исследований довольно часто приходится поливать вручную, поэтому вначале будет описана техника ручного полива. Пластинки перед поливом должны быть приведены в строго горизонтальное положение, поэтому их кладут на зеркальное стекло, установленное по уровню. Поливать следует всегда одно и то же количество эмульсии на единицу поверхности; обычно поливают 4 или 5 $см^3$ на пластинку 9 × 12. Для полива служит пипетка на 5 $см^3$, при выливании из которой стараются распределить эмульсию по возможности на большую площадь; после выливания немедленно стеклянной палочкой, согнутой под тупым углом, проводят по краям пластинки и распределяют эмульсию по всей поверхности пластинки. В жаркую погоду треножник со стеклом ставят в кювету со льдом. Рис. 25 показывает расположение приборов для лабораторного изготовления и полива эмульсий.

Поливной цех представляет собой длинную комнату, в которой располагается поливная машина. При наличии на фабрике нескольких машин каждая из них располагается в отдельном помещении, чтобы работа одной не зависела от другой. Поливная машина в основном представляет собой транспортер, над которым укреплено поливное приспособление. Внешний вид машины представлен на рис. 26, схема — на рис. 27. Машина состоит из следующих частей: 1) подающий станок; 2) поливная часть; 3) моющая часть; 4) холодильная часть; 5) станок для с'емки. Все эти части соединены в один агрегат, укрепленный на двух швеллерах.

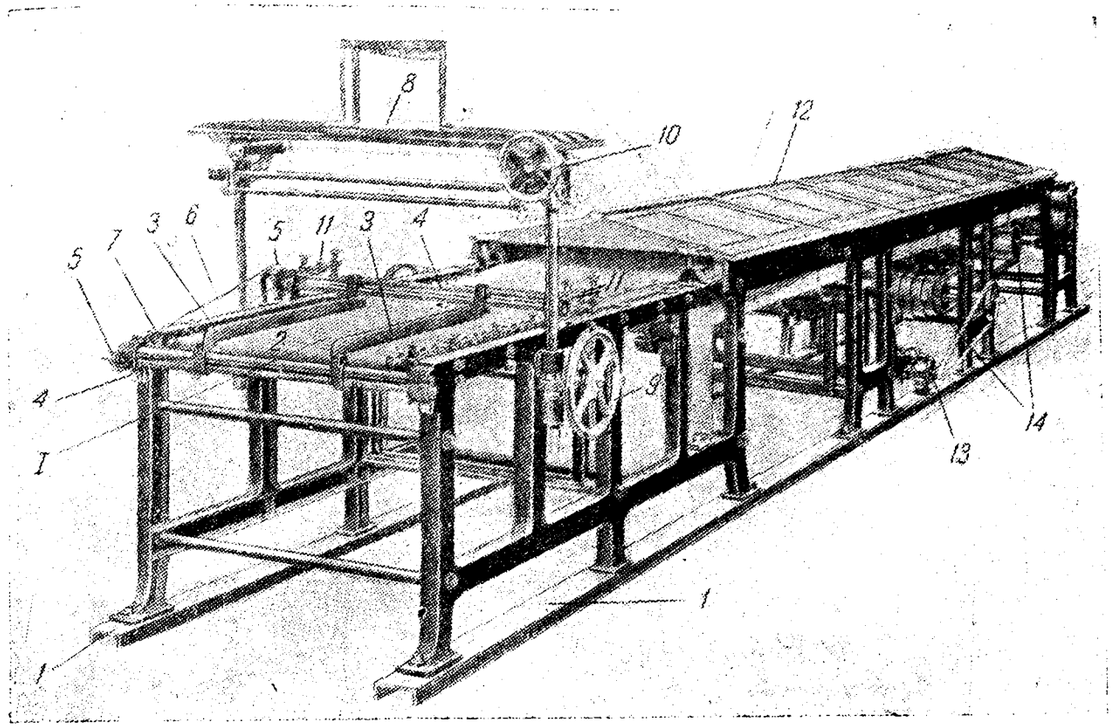
Рассмотрим отдельные части машины (рис. 26). Подающий столик *1* состоит из ряда покрытых резиной валиков *2*, так близко расположенных, что пластинка 9 × 12 свободно может по ним передвигаться. Пластинки следует класть так, чтобы они шли сплошной лентой, без разрыва, во избежание проливания эмульсии. Для того чтобы они всегда проходили как раз под эмульсией, служат направляющие линейки *3*, которые раздвигаются по



25. Лабораторная установка для полива фотопластинок: *К* **— водяная баня;** *С***—стакан с эмульсией;** *Т* **— контактный термометр;** *Р* **— терморегулятор;** *Н* **— стекло для полива;** *А***—стеклянная палочка для распределения эмульсии**

ширине пластинок при помощи винтов *4*, устанавливаемых шестернями *5*; соединенными между собою цепью *6*. Валики *2* вращаются шестернями *7*. Шестерни приводятся в движение червяком. Лента пластинок поступает на поливную часть. На рис. 28, для ясности представлены конец подающего столика W_1, поливная часть W_2 и моющая часть W_3.

Эмульсия сливается с особого приспособления — «каскада», изображенного на рис. 29. Каскад представляет собой ступенчато-изогнутую серебряную пластинку, с которой сплошной лентой стекает эмульсия на проходящие под каскадом пластинки. Для того чтобы проливающаяся мимо эмульсия не пропадала, валики (рис. 28) W_2 сделаны серебряные, так же как и корыто *К*, расположенное в поливной части под валиками. Обычно ширина эмульсионной струи равна ширине поливаемых пластинок, но все же некоторое небольшое количество эмульсии может быть пролито; корытце *К* имеет сток для отвода эмульсии. Валики W_2 сделаны несплошными, чтобы они в случае проливания эмульсии не пачкали обратную сторону пластинки.



26 Внешний вид поливной машины

Рассмотрим подробнее каскад, наиболее ответственную часть всей машины, и метод подачи эмульсии на полив.

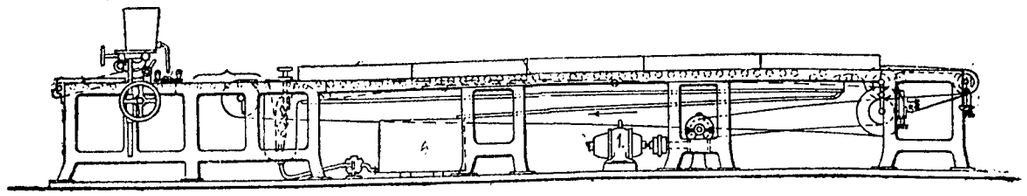
Эмульсия в горшках, термосах или других малотеплопроводных сосудах ставится на стойку 8. Последняя посредством шкива *9* может подниматься и опускаться, а посредством шкива *10* — наклоняться, чтобы вылить остаток эмульсии.

Из сосуда с эмульсией идет резиновая трубка с краном в другой, меньший сосуд, служащий регулятором поступления эмульсии: необходимо, чтобы, при определенной скорости движения пластинок на машине, для одной и той же эмульсии скорость вытекания ее была постоянна. Количество поступающей на каскад эмульсии может изменяться из-за уменьшения столба жидкости над краном сосуда и при понижении температуры. Самым простым регулятором высоты столба эмульсии является склянка с тубусом у дна (на фабриках применяют кружки Эсмарха); следят за тем, чтобы в ней эмульсия стояла на одном и том же уровне, отмеченном чертой.

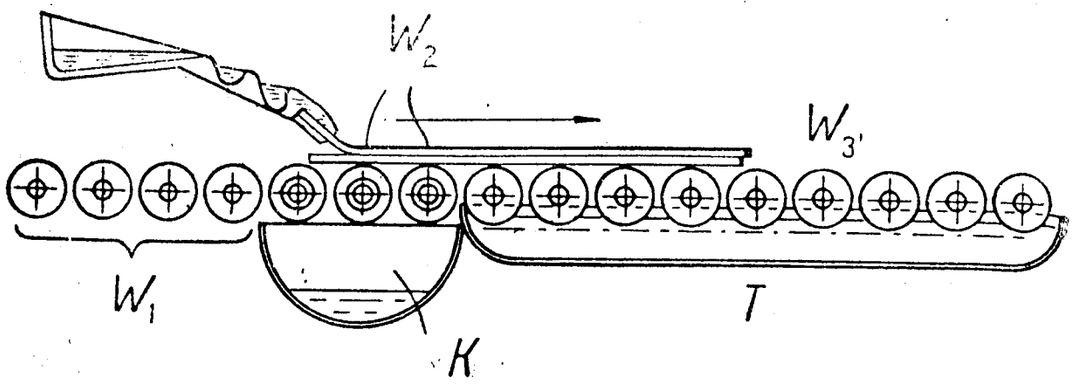
Лучше, если в горло такой склянки герметически через пробку вставлена трубка, подводящая эмульсию; конец трубки опущен в эмульсию; тогда последняя в склянке всегда будет находиться на уровне конца трубки, так как образующийся над жидкостью воздушный мешок регулирует скорость поступления.

Для регулирования применяют также специальное приспособление, показанное на рис. 30 в разрезе.

Стрелкой показано движение эмульсии; последняя всегда держится на таком уровне, что поплавок *F* представляющий собой



27. Схема поливной машины



28. Схема поливных моющих машин

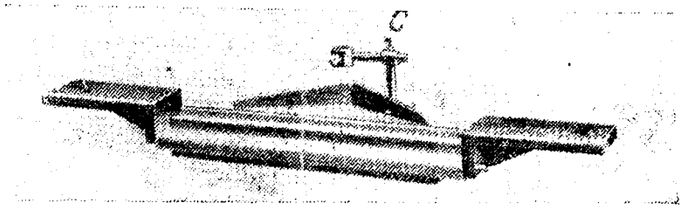
полое тело, закрывает отверстие *H* тарелкой *C*. Как только уровень понизится, тарелка откроет отверстие и эмульсия через отверстие *H* будет входить в верхнюю часть сосуда *K* до тех пор, пока поднявшийся поплавок не закроет отверстие *H*. Весь прибор сделан из никеля или серебра. Размеры коробки — диаметр 7,5 *см*, высота 7,5 *см*. Крышка *AC* снимается для чистки.

Рис. 31 показывает регулятор, рекомендуемый фирмой «Кобиг». В нем для более точного регулирования имеется еще кран *K*, представляющий собой узкую щель, сечение которой очень точно можно регулировать указателем *M*.

Эмульсия из регулятора поступает на серебряный каскад. Зажим *C* служит для прикрепления трубки, по которой стекает эмульсия. Растекаясь по поверхности каскада, эмульсия более или менее широкой полосой сливается на пластинки. Ширину каскада можно регулировать путем отделения резинкой или подложкой лишней части каскада. Но эмульсия не может сливаться на пластинки (прямо с каскада), так как в этом случае неизбежны воздушные пузырьки. Поэтому между каскадом и пластинкой закрепляется какая-либо подвижная полоска, по которой эмульсия и сливается. Чаще всего к каскаду прикрепляется полоска батиста — «фартук». Последняя должна быть отрезана по ширине струи и не должна кончаться отдельными волокнами; резать ткань надо по нитке. Ткань может лохматиться, а при неумелой обрезке — давать полосы при поливе, поэтому ее необходимо довольно часто сменять. На рис. 32 представлены концы каскадов с различными надставками.

На советских фабриках применяется для фартуков прорезиненный батист.

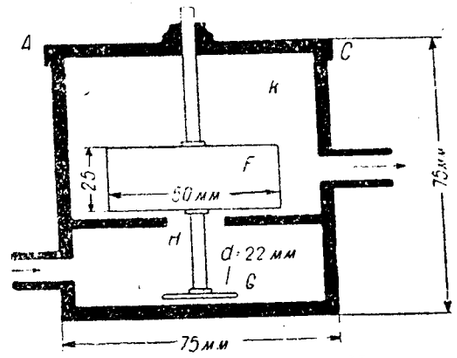
Толщина полива регулируется прежде всего скоростью вытекания эмульсии и скоростью движения пластинок. Обычно выливается 400—500 $см^3$ эмульсии на 1 $м^2$ стекла, или 1 $л$ покрывает 200 пластинок 9×12. Регулирование толщины полива может производиться наглаз: с машины берется пробная политая пластинка, выносится на свет, и через нее смотрят на нити горящей лампочки накаливания. Нить не должна быть видна. Но подобное определение толщины полива нельзя рекомендовать, так как кроющая способность эмульсии меняется в зависимости от дисперсности зерен галоидного серебра. Гораздо точнее следить за поливом, взвешивая время от времени политые пластинки.



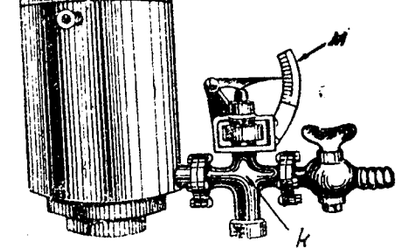
29. Каскад

Каскад укрепляется на машине при помощи винтов 11 (рис. 26).

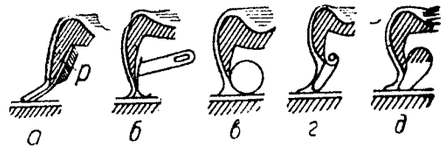
Следующая часть машины — моющие валики W_3 (рис. 28). Они расположены так, что нижняя часть их находится в корыте *T* с теплой водой; валики отмывают случайно попавшую на обратную сторону пластинки эмульсию.



30. Регулятор эмульсии Уолла

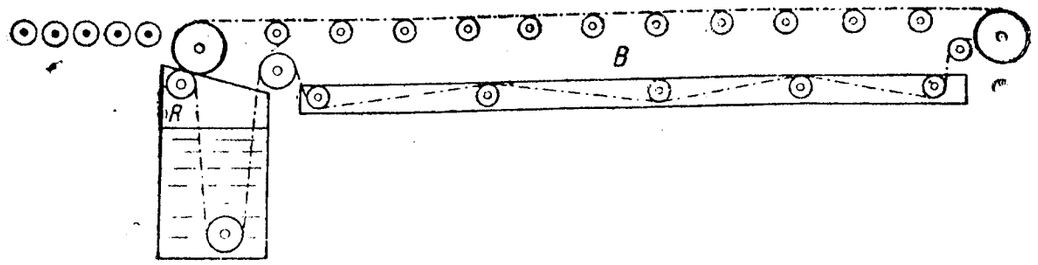


31. Регулятор эмульсии фирмы «Кобиг»



32. Различные виды „фартуков“ *а*—чистый паракаучук или целлюлоид; *б*—металлический фартук; *в*—стеклянная трубка; *г* — металлическая трубка; *д*—каучуковый

Отмытые пластинки поступают в холодильный канал. Последний представляет собой ряд валиков, на которые натянуто бесконечное полотно. Нижняя часть полотна находится в холодной воде. Схема холодильной части представлена на рис. 33. Полотно движется быстрее, чем передняя часть машины, вследствие чего пластинки разделяются промежутками. В нижней части полотно проходит в корыте с холодной водой *B*. Вода охлаждается или льдом, который загружают в корыто *B*, или насосом, при помощи которого вода прогоняется



33. Схема холодильной части поливной машины

через ящик со льдом. Можно в корыто подвести трубы с холодным рассолом от холодильной машины. Для того чтобы пластинки при прохождении по ковру не пылились, все закрыто коробом. В последних моделях машины вместо ковра применяют валики, а эмульсия студенится вдуванием холодного воздуха под короб. Температура сходящих с машины пластинок 10°.

Столик для с'емки состоит из короткого ковра, натянутого на толстую стеклянную пластину. При сходе пластинки со стола с'емщица снизу подхватывает ее и, не прикасаясь к эмульсионной стороне, ставит на станок. Машина приводится в движение мотором *13*. Для изменения скорости машины имеются ступенчатые шкивы *14* (рис. 26).

Работа на поливной машине протекает следующим образом. Работница подкладывает стекло на столик *1*, другая наблюдает около каскада дефекты полива, подмазывает незалитые места и регулирует поступление эмульсии. С противоположного конца работницы собирают застывшие пластинки и ставят их в сушильные станочки.

Сушильные станочки имеют разную форму.

На рис. 34 приводятся типы станочков:

1 — фабричный, *2* и *3* — тип НИКФИ.

Заправка машины производится следующим образом.

На свету к каскаду прилаживаются фартук; каскад устанавливают на машине и проверяют уровнем его горизонтальное положение. Проверяют готовность машины к пуску, гасят свет. Горшок с эмульсией ставят на столик 8 (рис. 26).

В тубус горшка при помощи резиновой пробки вставляется стеклянная трубка и опускается в промежуточный сосуд — регулятор высоты; из тубуса регулятора эмульсия трубкой подводится к каскаду.

Машина должна быть строго проверена, и все части должны лежать в одной плоскости точно горизонтально. В случае неправильной установки машины полив получается неровный. Скорость полива можно менять в зависимости от условий полива — летом полив идет медленнее, зимой можно поливать быстрее, так как эмульсия студенится лучше. Ступенчатые шкивы, при помощи которых регулируется полив, рассчитаны на изменение скорости 1 : 2; обычно имеются три скорости. При слишком большой скорости полива процент брака увеличивается, так как очень трудно следить за поливом и с'емкой.

Общая длина машины 9 *м*. Ширина валов описанной машины 700 — 900 *мм*, что соответствует максимальному формату 50—60 и даже 80×100 *см*.

При скорости машины в 4 *м* в минуту производительность в час—66 $м^2$ (по фирменным данным).

Выпускаются машины меньшего размера — с шириной валиков 25—30 *см* и общей длиной 5,5 — 6 *м*. Производительность этих машин соответственно меньше. Холодный ковер у них движется в верхней части по мраморной доске, а в нижней части — в корыте с холодной водой.

Зная линейную скорость машины в час, легко определить часовую производительность ее для разных форматов по формуле:

$$N = 0{,}0001 \cdot M \cdot a \cdot n.$$

где N — часовая производительность в кв. метрах,

M — часовая скорость ковра,

a — длина стороны пластинки, перпендикулярной направлению полива,

n — количество рядов (полив происходит в один или два ряда).

Так например при скорости машины в 24 000 *см* в час для формата 9 × 12 при поливе в два ряда производительность будет:

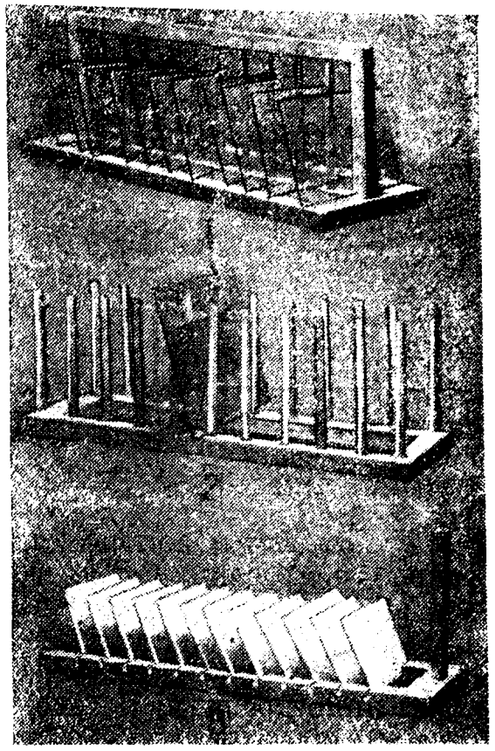
$$N = 0{,}0001 \cdot 24000 \cdot 9 \cdot 2 = 43{,}2\ м^2$$

Мелкие форматы поливаются медленнее из-за трудности с'емки. Практические фабричные данные показывают следующую производительность (в кв. метрах в час):

Таблица 5

Формат	Производительность (в $м^2$)	Формат	Производительность (в $м^2$)	Формат	Производительность (в $м^2$)
9×12	44,6	12×18	77,6	18×24	89,2
10×15	65,0	13×18	77,6	24×30	130,0
12,5×16	71,2	15×20	86,4	30×40	173,0
		16,5×24	89,2		

Брак при поливе в среднем допускается в 4%; большие форматы дают больший брак, так как их труднее полить ровно и труднее исправить дефекты полива. Подробнее виды брака поливного цеха рассматриваются в главе 10.



34. Различные виды станочков для сушки

7 ГЛАВА

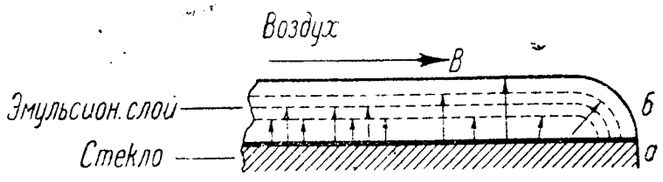
СУШКА И СУШИЛКИ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Сушка фотопластинок является не менее ответственной операцией, чем полив. Очень часто многие виды брака фотопластинок имеют своей причиной неправильную сушку.

Процесс сушки заключается в удалении влаги из светочувствительного слоя. Рассмотрим его детально. Рис. 35 показывает схему этого процесса. На рисунке буквой *а* обозначена часть стекла, политого эмульсией *б*. Стрелка *в* показывает направление воздуха. Последний, проходя над пластинкой, забирает с поверхности влагу и уносит ее с собой. Как только начинается испарение влаги с поверхности, тотчас же на поверхность тянется влага из более глубоких слоев, — начинается диффузия влаги на поверхность (этот процесс на рис. 35 показан вертикальными стрелками). Происходит это потому, что, согласно законам диффузии, влага должна равномерно распределяться по всему слою эмульсии. Диффузия влаги из глубины в вышележащие слои будет продолжаться до тех пор, пока с поверхности пластинки не прекратится выделение влаги, т. е. пока пластинка не высохнет. Не следует думать, что происходит полное удаление влаги из пластинок. Удаляется большая ее часть, но в эмульсии остается 6—8% влаги, которую удалить можно только путем длительного выдерживания пластинки при температуре 105°. У края пластинки идет удаление влаги не только вверх, но и вбок, поэтому край сохнет скорее, и высыхание пластинки начинается с краев. Если эмульсию введением соответствующих солей (LiBr) или глицерина не сделали достаточно гигроскопичной, то разница в условиях сушки между краями и серединой резко скажется и поверхность пластинки в отраженном свете не будет казаться однородной; при проявлении такой пластинки плотность краев и середины будет различна; этот вид брака называется ш л и р о м.

Неоднородность сушки особенно часто наблюдается в камерной сушилке, которая загружается в течение нескольких часов при спокойном воздухе в камере. После загрузки пускают вентиляторы, воздух приходит в движение, условия сушки меняются, и в результате получается неоднородная поверхность пластинки.



Стрелки в слое показывают направление движения влаги

35. Схема сушки пластинок

Одновременно с передвижением влаги к поверхности эмульсионного слоя передвигаются и те соли, которые в ней растворены. Так как испарение влаги происходит неодинаково у краев и середины, то различное количество солей накопляется в различных частях пластинки: у краев их будет больше, в середине — меньше; по мере удаления воды они кристаллизуются. Высыхающая желатина, кристаллизующиеся соли создают значительное внутреннее напряжение, по вычислениям некоторых авторов, выражающееся в несколько атмосфер. Столь высокое давление, передающееся также эмульсионным зернам, может вызывать в них образование вуали, которую в эмульсиях, плохо подготовленных к поливу, обычно наблюдают с краев — к р а е в а я в у а л ь. Чтобы избежать этого, в эмульсию добавляют бромистый литий или глицерин, который делает ее более гигроскопической, вследствие чего высыхание происходит ровнее по всей поверхности.

От хорошей сушки требуется, чтобы она протекала равномерно и кроме того происходила в возможно кратчайший срок. Ниже рассматриваются те факторы, которые способствуют выполнению указанных условий. Прежде всего, как мы видели, сушка происходит вследствие движения воздуха, который забирает влагу; необходимо выяснить, в каких условиях и сколько он отбирает влаги. Обычный воздух всегда содержит в себе некоторое количество влаги. Для каждой температуры существует предел, выше которого содержание влаги не может подниматься; так например для + 15° 1 *кг* воздуха может содержать 10,93 *г* влаги, а при — 15° лишь 1,15 *г*. Если количество влаги переходит эту границу, то влага выделяется в виде росы или инея (если температура ниже нуля). Воздух, содержащий предельное количество влаги, называется н а с ы щ е н н ы м.

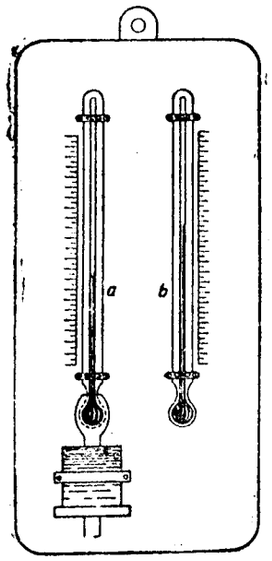
В технике различают влажность абсолютную и относительную. А б с о л ю т н а я влажность показывает в миллиграммах вес водяного пара в 1 *л* воздуха. О т н о с и т е л ь н у ю влажность выражают в процентах, показывающих отношение количества влаги, находящееся в единице об'ема данного воздуха, к тому количеству, которое при данной температуре может насытить этот об'ем. Например, если мы имеем при температуре + 20° в 1 *л* воздуха 10,2 *мг* водяных паров, то цифра 10,2 показывает абсолютную влажность. Но при этой температуре для полного насыщения воздуха водяными парами необходимо иметь 17,36 *мг* влаги. Таким образом относительная влажность будет:

$$\frac{10{,}2 \quad 100}{17{,}36} = 59\%.$$

Таблица 6

Относительная влажность

Температура по сухому термометру	Разница между сухим и мокрым термометрами в °С																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1	83	65	48	31	14	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	83	67	50	34	19	3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	84	69	53	37	23	8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	85	70	55	41	26	13	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	86	71	58	43	31	17	4	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	86	72	59	46	33	21	8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	87	74	60	48	36	24	14	3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	87	74	62	50	39	27	16	5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	88	75	63	52	41	30	14	9	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	88	77	64	53	43	32	22	13	3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	88	79	65	55	45	35	25	16	7	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	89	79	67	57	47	37	27	19	10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	89	79	68	58	49	39	30	21	13	6	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	89	79	69	59	50	41	32	24	15	8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	90	80	70	61	51	43	34	26	18	11	4	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	90	80	70	61	53	45	37	30	21	14	6	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	90	80	70	62	55	47	40	31	23	17	10	3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	90	80	72	63	55	48	41	33	25	19	13	6	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	91	81	72	64	57	50	41	35	29	21	15	9	2	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	91	81	73	65	58	50	42	37	30	24	17	12	5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	91	82	74	66	58	50	44	39	31	25	19	14	7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	91	82	74	66	58	51	45	40	32	27	21	17	10	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	91	83	75	67	59	52	46	41	33	28	23	19	12	6	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	91	83	75	67	59	53	47	41	34	29	24	20	14	9	3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	92	84	76	68	60	54	48	42	36	30	25	20	16	11	6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	92	84	76	69	62	55	50	44	39	33	28	22	18	13	9	4	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	92	84	77	69	62	56	51	46	41	35	30	24	20	15	11	6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	92	84	77	70	64	57	52	48	42	37	32	26	22	17	13	8	3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	92	85	78	71	65	58	53	49	43	38	34	28	24	18	15	10	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	92	85	79	72	66	59	53	50	45	40	36	30	25	19	16	11	7	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	92	85	79	72	66	60	54	51	46	41	37	30	26	20	17	13	9	5	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	93	86	80	73	67	61	57	52	47	42	38	32	27	22	19	15	11	9	5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	93	86	80	73	67	63	58	53	48	43	39	34	30	24	20	17	13	10	6	2	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	93	86	80	73	68	64	59	54	49	44	40	36	33	26	22	18	14	11	8	4	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	93	86	80	74	68	65	60	55	50	45	41	38	35	28	24	20	16	12	10	6	3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	93	86	81	74	69	65	61	56	50	45	42	38	35	30	25	22	18	13	11	7	3	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	93	86	81	75	69	65	62	56	50	46	42	39	35	31	26	23	19	14	12	9	5	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	93	86	81	75	70	66	63	57	51	47	43	40	36	32	27	24	20	15	13	11	7	4	3	2	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39	93	87	81	76	70	66	63	57	52	47	43	40	36	33	28	25	22	16	15	12	9	5	4	2	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	93	87	81	76	71	67	64	58	53	48	44	41	37	34	29	26	24	17	16	12	10	7	5	3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41	94	87	82	77	71	67	64	58	53	49	44	41	37	34	29	27	24	18	17	14	11	8	6	4	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
42	94	87	82	77	72	67	65	59	53	49	45	42	38	35	30	28	25	19	18	15	12	9	7	5	2	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	94	88	82	77	72	68	65	59	53	50	46	43	38	35	31	29	26	20	19	16	12	10	8	6	3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44	94	88	83	78	73	68	65	60	54	50	47	43	39	36	31	30	27	22	20	18	14	12	10	8	5	2	0	—	—	—	—	—	—	—	—
45	94	88	83	78	73	68	66	60	54	51	47	44	39	36	32	30	28	23	21	19	16	13	11	9	6	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—
46	94	88	83	78	73	69	66	62	55	51	48	44	40	37	33	31	29	24	22	20	17	14	12	10	7	5	3	0	—	—	—	—	—	—	—
47	94	89	84	79	74	69	66	61	56	52	48	45	41	38	34	32	29	25	23	20	18	15	13	11	9	7	5	3	0	—	—	—	—	—	—
48	94	89	84	79	74	69	67	61	57	53	49	46	42	39	35	33	30	26	24	21	19	16	14	12	10	8	6	4	2	0	—	—	—	—	—
49	95	89	84	79	74	70	67	61	57	53	49	46	43	39	36	34	31	27	25	22	20	17	15	13	11	9	7	5	3	2	—	—	—	—	—
50	95	90	85	80	75	70	67	62	58	54	50	47	44	40	37	35	31	28	26	23	21	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0	—	—	—	—
52	95	90	86	80	76	71	68	63	59	55	51	48	45	42	39	37	33	31	28	26	23	20	19	17	15	13	11	9	7	6	4	2	0	—	—
54	95	90	87	82	77	73	68	65	60	57	53	49	46	43	40	38	35	32	29	27	24	21	19	17	15	13	11	9	8	6	4	3	2	1	—
56	95	90	87	82	77	73	69	65	61	57	54	50	47	44	41	39	36	33	30	28	25	23	20	19	17	14	13	11	9	8	6	5	4	2	0
58	95	90	87	82	77	73	69	65	62	58	55	51	48	45	42	40	37	34	32	29	26	25	22	21	19	16	15	13	10	9	7	6	5	3	2
60	95	90	87	83	77	74	70	66	63	58	55	52	49	46	43	41	38	35	33	30	27	26	24	22	20	18	16	14	12	11	9	8	7	5	4
62	95	90	87	83	78	74	70	66	63	59	56	53	50	47	44	42	39	36	34	32	29	27	25	23	22	19	17	16	14	12	11	10	8	6	4
64	95	90	87	83	78	74	70	67	63	60	56	54	51	48	45	43	40	37	35	33	30	28	26	24	23	20	18	17	15	13	12	11	9	7	6
66	95	90	87	83	79	74	70	67	64	60	56	54	51	48	46	43	40	38	36	34	30	29	27	25	24	21	19	18	16	14	13	12	10	8	7
68	95	90	87	84	79	75	71	67	64	60	57	54	52	49	46	44	41	39	37	35	32	29	28	26	24	22	20	19	17	16	15	13	11	10	9
70	95	90	87	84	80	75	71	67	64	61	58	55	53	50	47	44	41	39	38	35	33	30	29	27	25	23	21	20	18	17	16	14	12	11	10
72	95	90	87	84	80	75	71	68	65	62	58	55	54	51	48	45	42	40	39	36	34	31	30	28	26	24	22	21	19	18	17	16	14	13	11
74	95	90	87	84	80	76	72	68	65	63	59	56	54	51	48	46	43	40	39	37	35	32	31	29	26	25	23	22	20	19	18	17	16	14	12
76	96	90	87	84	80	76	72	69	66	63	60	56	55	52	49	46	44	41	40	38	35	33	31	30	28	26	25	24	22	21	20	19	17	16	14
78	96	91	87	84	81	76	73	69	66	64	60	57	55	53	49	47	45	42	41	38	36	34	32	30	28	26	25	24	23	22	21	20	19	17	15
80	96	91	87	84	81	76	73	70	67	64	61	58	56	53	50	48	45	43	42	39	36	35	33	31	29	27	25	24	23	22	21	20	18	17	15



36. Психрометр

Знать влажность воздуха чрезвычайно важно. Она измеряется приборами, которые называются гигрометрами, или психрометрами.

На рис. 36 изображен наиболее распространенный прибор — психрометр. Он состоит из двух термометров, укрепленных на одной доске, у которой внизу сделана полочка. Шарик одного из термометров обернут марлей, и конец ее опущен в стаканчик с водой, расположенный на полочке. Таким образом шарик одного термометра всегда увлажнен.

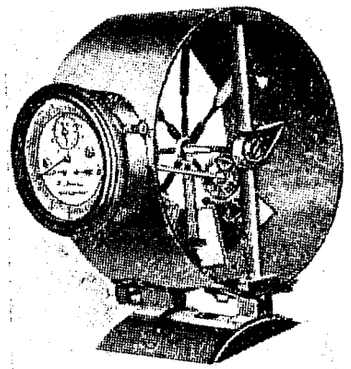
Воздух, обтекающий оба термометра, заставляет испаряться воду с шарика мокрого термометра. Вследствие испарения шарик мокрого термометра будет охлаждаться, и тем сильнее, чем энергичнее происходит испарение. Между тем сухой термометр показывает температуру обтекающего его воздуха. Чем суше воздух, тем испарение происходит сильнее и тем ниже опустится столбик ртути у влажного термометра. Зная разницу температур обоих термометров, по прилагаемой таблице находят влажность воздуха (табл. 6).

Другой тип прибора для измерения влажности называется волосяным гигрометром. Человеческий волос, соответственно обработанный, обладает свойством поглощать влагу из воздуха и удлиняться. В волосяном гигрометре один конец волоса укрепляется в металлической раме, а другой перекидывается через блок со стрелкой и оттягивается гирькой. При изменении влажности волос, меняя свою длину, вращает блок; прикрепленная к последнему стрелка движется по шкале, на которой нанесены указания влажности.

Часто стрелку соединяют с карандашом, который на вращающемся барабане чертит кривую влажности. Такие приборы называются гигрографами. Если одновременно регистрируется и температура, то прибор называется термогигрографом. если к тому же вычерчивает и кривую давления, то — баротермогигрографом.

Чем ниже температура воздуха, тем меньше он в себе может содержать влаги. Если возьмем прохладный воздух, например при $+8^\circ$ то предельное содержание в нем влаги при полном насыщении будет 2,51 *мг/л*; при нагревании этого воздуха например до $+30^\circ$ абсолютное содержание влаги в нем так и останется 2,51 *мг;* между тем при этой температуре он может содержать в себе 31,51 *мг*; таким образом при соприкосновении с каким-либо влажным телом (например с эмульсией) он может поглотить $31{,}51 - 2{,}51 = 29$ *мг* влаги на литр. Из сказанного ясно, что для быстрой сушки пластинок, т. е. быстрого поглощения влаги, необходимо, чтобы воздух был мало насыщен влагой. Поглощение будет протекать до тех пор, пока воздух не насытится влагой.

Если же над сухой пластинкой прогонять влажный воздух, то пластинка начнет сыреть, так как избыточная влага из воздуха будет осаждаться на пластинку. Очевидно, при сушке выгодно повышать температуру воздуха, так как при этом его влагоемкость увеличивается. Однако такое повышение температуры имеет свой предел, ибо эмульсия плавится при температуре 30—35°; выше этого нагревать воздух нельзя. Обычно начинают сушку при 20—25° и, медленно повышая, примерно в час на 2—3°, температуру доводят к концу сушки до 30—32°. Переход воды из жидкого в парообразное состояние связан с потерей тепла (537 калорий на 1 *кг* воды); поэтому при испарении теряется теплота, охлаждаются как воздух, так и пластинки. Если сушку вести очень энергично, влага испаряется быстро, пластинки охлаждаются и температуру воздуха можно будет поднять значительно выше указанного предела, например до 45 и даже 50° без вреда для эмульсии.



37. Анемометр

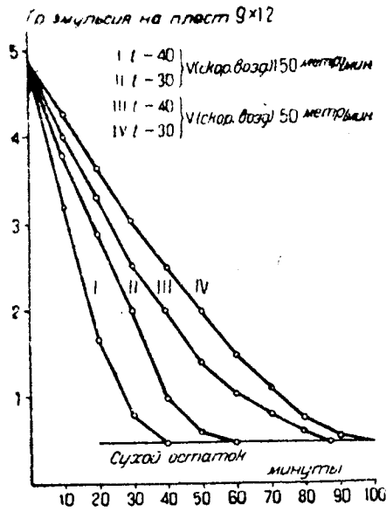
Процесс передачи влаги совершается на поверхности раздела эмульсии и воздуха. В последнем распределение поглощенной влаги также идет постепенно от того места, куда влага вошла, в более сухие слои. Если воздух оставить спокойно стоять над пластинкой, то этот процесс диффузии влаги в воздухе будет совершаться медленно; если же над пластинкой воздух все время менять, т. е. не ожидать длительной диффузии влаги в вышележащие над пластинкой слои, а непрерывно заменять насыщенный воздух свежим, то удаление влаги пойдет быстрее. Таким образом скорость сушки помимо влажности воздуха зависит также от скорости движения последнего.

Для измерения скорости движения воздуха служит прибор, называемый анемометром (рис. 37).

Он представляет очень легкий, миниатюрный вентилятор, приводимый в движение даже самыми легкими дуновениями воздуха. Вентилятор серией легких зубчатых колес соединен со счетчиком оборотов, который градуирован сразу на куб. метры. Прибор ставят в нулевое положение нажатием кнопки, вносят в струю воздуха и точно отсчитывают время. Обычно выражают результат в куб. метрах в минуту.

Чем выше разница между количеством влаги, находящейся в эмульсии, и количеством влаги в воздухе, тем скорее совершается процесс диффузии.

Весьма важно также направление движения воздуха; если воздух двигается перпендикулярно высушиваемому слою, то он поглощает влагу почти вдвое быстрее, чем если бы он двигался параллельно. Рис. 38 показывает кривую сушки пластинок при разных условиях.



38. Кривая скорости высушивания пластинок

Из сказанного следует, что скорость сушки зависит от следующих факторов:

а) температуры;

б) разницы во влажности обоих слоев — высушиваемого (эмульсия) и поглощающего влагу (воздух);

в) влагоемкости воздуха;

г) скорости движения воздуха;

д) направления воздуха по отношению к пластинке.

Между указанными факторами в свою очередь существует следующая зависимость: повышение температуры повышает влагоемкость воздуха и этим увеличивает разницу во влажности эмульсии и воздуха.

Весьма часто практикуется предварительное охлаждение воздуха, например до 3—4° С, тогда большая часть содержащейся в нем влаги осядет в виде росы. Насыщенный при 3° (относительная влажность 100%) воздух потом подогревают; вследствие этого относительная влажность сильно падает и влагоемкость увеличивается. В тех предприятиях, где нет холодильной установки, обеспечивающей поступление воздуха всегда определенной влажности, работа сушилок зависит от атмосферных условий. Очень хорошо сушка происходит зимой, когда снаружи поступает воздух с малой влажностью. Гораздо хуже весной и летом, когда поступает теплый воздух, имеющий 100%-ную относительную влажность, и этот процент нельзя значительно понизить путем нагревания, так как для того, чтобы эмульсия на пластинках не плавилась, воздух нельзя нагревать выше 30°. При малой влагоемкости воздуха сушка может быть ускорена увеличением количества его, но обычно фабрики работают на предельной скорости и увеличить ее не могут.

Разница между временем летней и зимней сушки бывает в 2—3 раза, т. е. если зимой пластинки сохнут 3—4 часа, то летом 9—12 час.

Опыты практической сушки фотопластинок, поставленные в лаборатории фотохимической технологии НИКФИ, дали следующие результаты.

Пластинки сушились в четырех положениях: 1) под углом 45° по отношению ко дну шкафа и в направлении, перпендикулярном к потоку воздуха; 2) под углом 45° по отношению ко дну шкафа и в направлении под тем же углом к потоку воздуха; 3) в горизонтальном положении; 4) в вертикальном и параллельном к воздушному потоку положении.

Результаты опытов приведены в табл. 7

Влияние температуры воздуха видно из следующих опытов (табл. 8).

Таблица 7

Положение пластинок	Влажность воздуха (в %)	Температура воздуха	Скорость воздуха (в м в мин.)	Длительность сушки (в мин.)
1	54,2	22,0	150	83
2	58,7	21,6	150	100
3	56,7	21,4	150	105
4	59,2	21,0	150	110
1	64,6	22,4	50	123
2	62,6	23,4	50	126
3	61,6	22,6	50	210

Таблица 8

№ опытов	Температура воздуха	Относит. влажность воздуха	Скорость высыхания (в мин.)	Результаты испытания	
				Светочувствит. (по Х. и Д.)	Вуаль
1	25	57,2	120	204	0,11
2	30	57,2	75	204	0,11
3	35	57,2	45	187	0,10
4	40	57,2	35	170	0,08

При увеличении температуры воздуха на 60% скорость сушки увеличилась в 3½ раза. Интересно уменьшение чувствительности и вуали при увеличении скорости. Это можно об'яснить тем, что при быстрой сушке эмульсия имеет меньше времени для дозревания.

Обратная закономерность наблюдается при ускорении сушки путем увеличения скорости движения воздуха — с уменьшением времени высыхания увеличиваются чувствительность и вуаль (табл. 9).

Таблица 9

№ опытов	Скорость воздуха (м/мин.)	Скорость высыхания (в мин.)	Результаты испытания	
			Светочувствит. (по Х. и Д).	Вуаль
1	27	95	156	0,09
2	75	75	187	0,11
3	125	55	196	0,12
4	175	45	231	0,20

Такое на первый взгляд странное явление об'ясняется тем, что, как будет указано ниже, в воздухе всегда содержится некоторое количество вредных газов, вуалирующих эмульсию. При очень большом количестве воздуха эти газы дадут значительный

эффект вуалирования. Поэтому необходимо для сушилок находить оптимальное значение количества воздуха, что важно также и по экономическим соображениям.

Необходимо отметить вредность пересушивания пластинок. Для изучения этого вопроса пластинка высушивалась, разрезалась на две равные части, из которых одна половина сохранялась в обычных условиях, а вторая — в сушилке в условиях сушки. При пересушке наблюдается уменьшение чувствительности, вуали и увеличение контраста (табл. 10).

Таблица 10

№ пластинок	Продолжительность дополнительной сушки (в мин.)	Результаты испытания пластинок		
		Чувствит. (по Х. и Д.)	Вуаль 8 мин.	Контраст 8 мин.
1	—	612	0,31	0,60
	180	442	0,29	0,74
2	-	204	0,20	0,68
	250	163	0,17	0,90

СУШИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Все сушильные устройства разделяются на следующие составные элементы:

а) устройство для засасывания и обеспыливания воздуха,

б) устройство для охлаждения воздуха (оно или соединяется с обеспыливанием или не делается вовсе),

в) устройство для нагревания воздуха,

г) самые сушилки.

Устройства для засасывания и обеспыливания воздуха

На фотофабриках приходится иметь дело с очень большими об'емами воздуха; последний должен быть полностью освобожден от пыли, так как в противном случае получаются грязные пластинки.

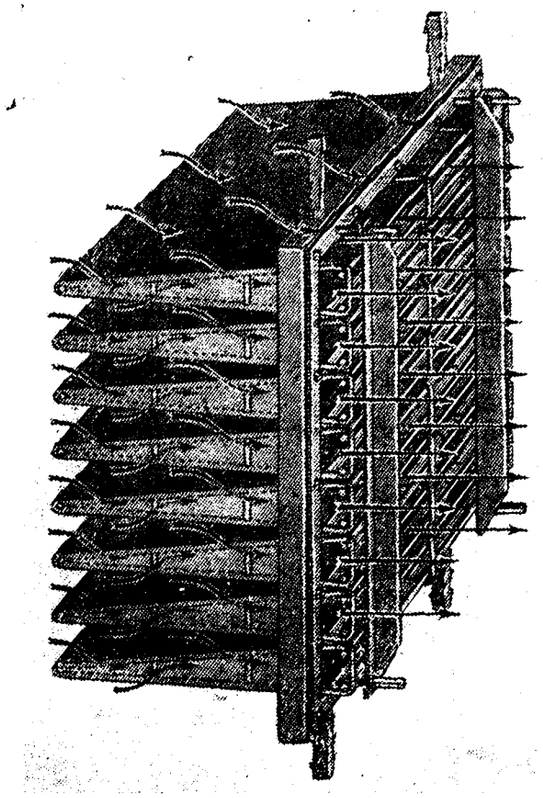
Кроме того воздух не должен содержать газов, вредно влияющих на эмульсию: сернистого газа, окиси углерода (оба газа выделяются при сжигании топлива, особенно каменного угля), сероводорода (выделяется отхожими местами, свалками).

Чистый воздух состоит из 78,8% кислорода, 20,7% азота, 0,47% водяных паров (величина, постоянно меняющаяся) и 0,03% углекислоты; кроме того в нем содержится некоторое количество аргона и других благородных газов. Все эти составные части (за исключением озона) отрицательного влияния не оказывают. Количество же вредных примесей все время меняется в зависимости от разных условий. Количество пыли больше всего у поверхности земли и с высотой уменьшается. Поэтому отверстия для засоса воздуха делаются как можно выше. Удобнее делать на

меру для засоса так, чтобы можно было брать воздух по выбору в двух взаимноперпендикулярных направлениях. Делается это для того, чтобы в заборную камеру не задувал ветер. Во избежание попадания крупных об'ектов в заборную камеру (птицы, листья и т. д.) заборные отверстия снабжают завесами—жалюзями, которые служат также для изолирования камеры от прямого ветра.

Каждая камера кончается воздушным фильтром. Фильтры бывают матерчатые, масляные, электрические и водяные.

Матерчатые фильтры (рис. 39) представляют собой рамы, на которые натянута бумазея или какая-либо другая ворсистая ткань; ворс и является фильтром. Для увеличения фильтрующей поверхности ткань натягивается поперек воздуховода не гладкой стеной, а в виде зигзагов (на рис. 39 ход воздуха показан стрелками). Матерчатые фильтры довольно широко применяются в производстве. Недостатками их являются: быстрая загрязняемость, вследствие чего значительно уменьшается их воздухопроницаемость; зависимость от атмосферных условий и горючесть. Для защиты от влаги их обрабатывают воском, парафином и т. д. Для уменьшения горючести пропитывают раствором: 6 *кг* буры, 5 *кг* борной кислоты в 100 *л* воды.

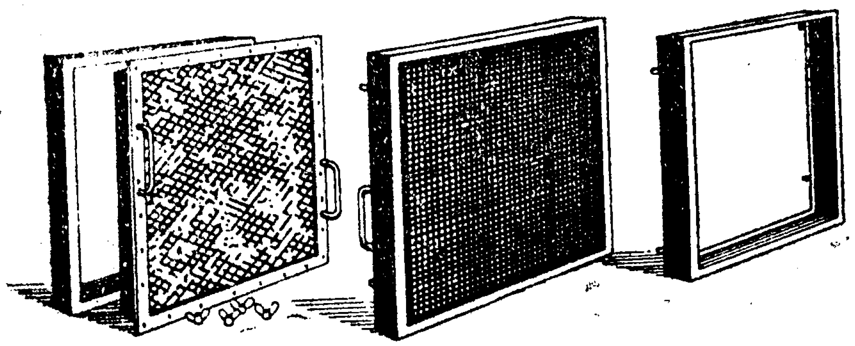


39. Матерчатый фильтр для воздуха

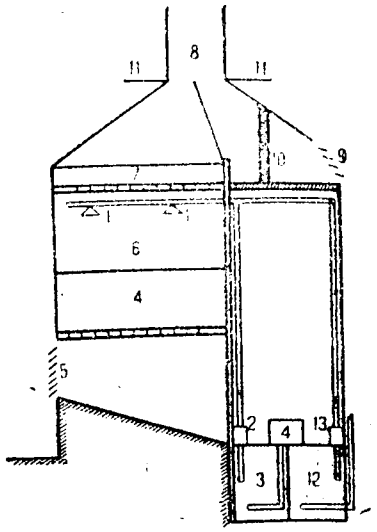
При надлежащем уходе фильтры работают вполне удовлетворительно, применяются для предварительной фильтрации воздуха, подаваемого в сушилки, а также для санитарной вентиляции остальных цехов.

Сопротивление воздуха зависит от чистоты фильтра и применяемой материи.

Масляные фильтры находят широкое применение на фотофабриках в виду надежности их работы, простоты смены и пожарной безопасности. Рис. 40 показывает такой фильтр Дельбага в разобранном виде. Он состоит из железной рамы $0{,}5 \times 0{,}5$ *м*; толщина рамы — не более 10 *см*. С обоих боков рама затянута редкой металлической сеткой, в пространство между сетками в беспорядке насыпают металлические цилиндрики 15×15 *мм*, смазанные густым (висциновым) маслом. Воздух, проходя через слой таких



40. Висциновый фильтр Дельбага



41. Скруббер

цилиндриков, принужден многократно менять свое направление. Содержащаяся в нем пыль прилипает к маслу. При загрязнении фильтра рама с цилиндриками вынимается, цилиндрики моются керосином или щелочью и опять загружаются. Обычно для фильтрования делают стену, состоящую из гнезд, в которые вставляются описанные фильтры. Необходимо при монтаже такой фильтрующей стены следить, чтобы не было щелей и воздух не мог проникать нигде, кроме пространства, заполненного цилиндриками.

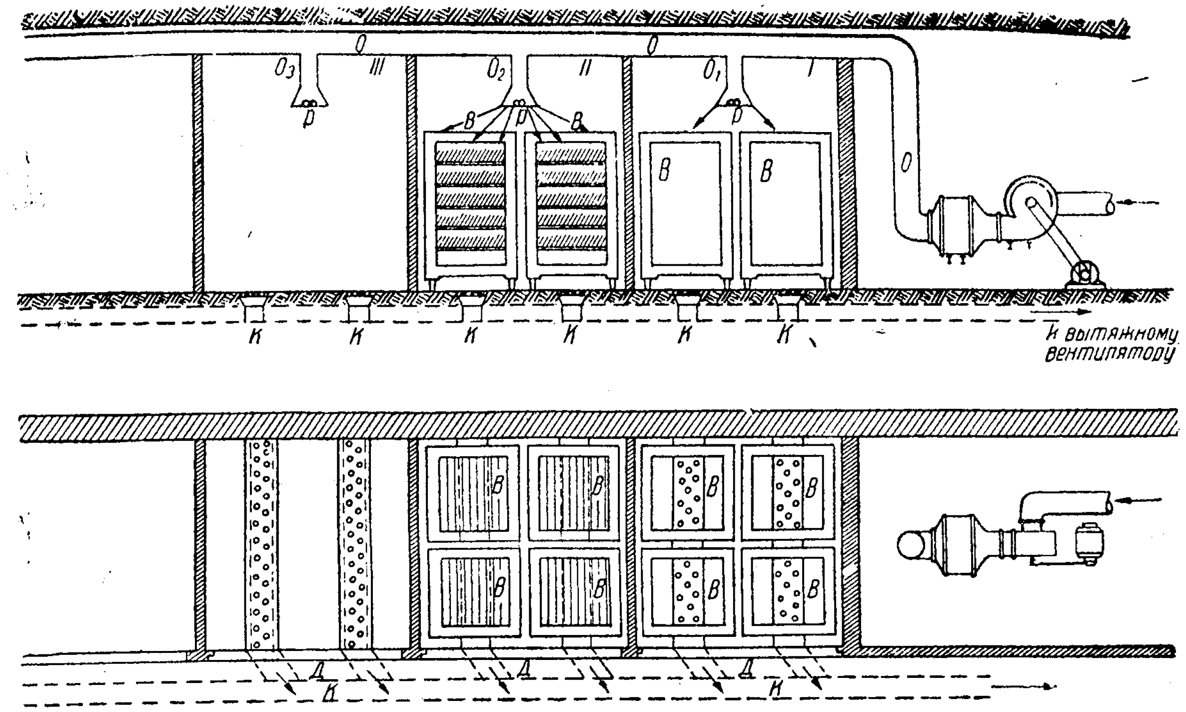
Фильтр указанных выше размеров служит для очистки 1 000 $м^3$ воздуха в час и имеет сопротивление в 8 *мм* водяного столба.

Устройство для охлаждення воздуха

Охлаждение воздуха осуществляется водяными фильтрами, посредством которых одновременно производится и очистка воздуха. Наружный воздух проходит через слой камней, фарфоровых колец, кокса и т. д., смачиваемых водой. При этом задерживаются не только все пылинки, но также частично и вредные газы; если насадка для орошения сделана из кокса, то химическая очистка воздуха происходит лучше, так как кокс поглощает многие вредные газы.

Если иметь холодильную установку и подавать воду для промывки воздуха всегда одной и той же температуры, то вполне возможно освободиться от атмосферных влияний и проводить сушку всегда в одних и тех же условиях, что необходимо для получения стандартной продукции. На рис. 41 приведена схема водяного фильтра-скруббера, обеспечивающего получение чистого воздуха необходимой влажности и температуры.

Воздух через отверстие *5* засасывается кверху и по пути проходит через слой камней, орошаемый сверху разбрызгивателями *1*. Пройдя слой камней *4* и влажную камеру *6*, воздух проходит через второй слой камней 7, где улавливается механически захватываемая им влага, очищенный воздух дальше по трубе 8 поступает на производство. Вода для промывки поступает из баков *3* или *12*;



42. Камерная сушилка

в первом из них проложены холодные трубы, во втором имеется подогретая вода.

Когда воздух требуется охладить, подается холодная вода из бака *3*; когда воздух необходимо увлажнить, подается вода из бака *12*. Если воздух не нужно промывать, его тогда забирают через отверстие *9* и висциновый фильтр *10*.

Можно вместо охлажденной воды разбрызгивать сверху рассол из холодильной машины, тогда вместе с очисткой будет происходить значительное охлаждение воздуха. Можно воздух после скруббера пропустить через холодильную камеру, где он почти совершенно освободится от влаги; такой почти абсолютно сухой воздух потом можно увлажнить до желаемой степени.

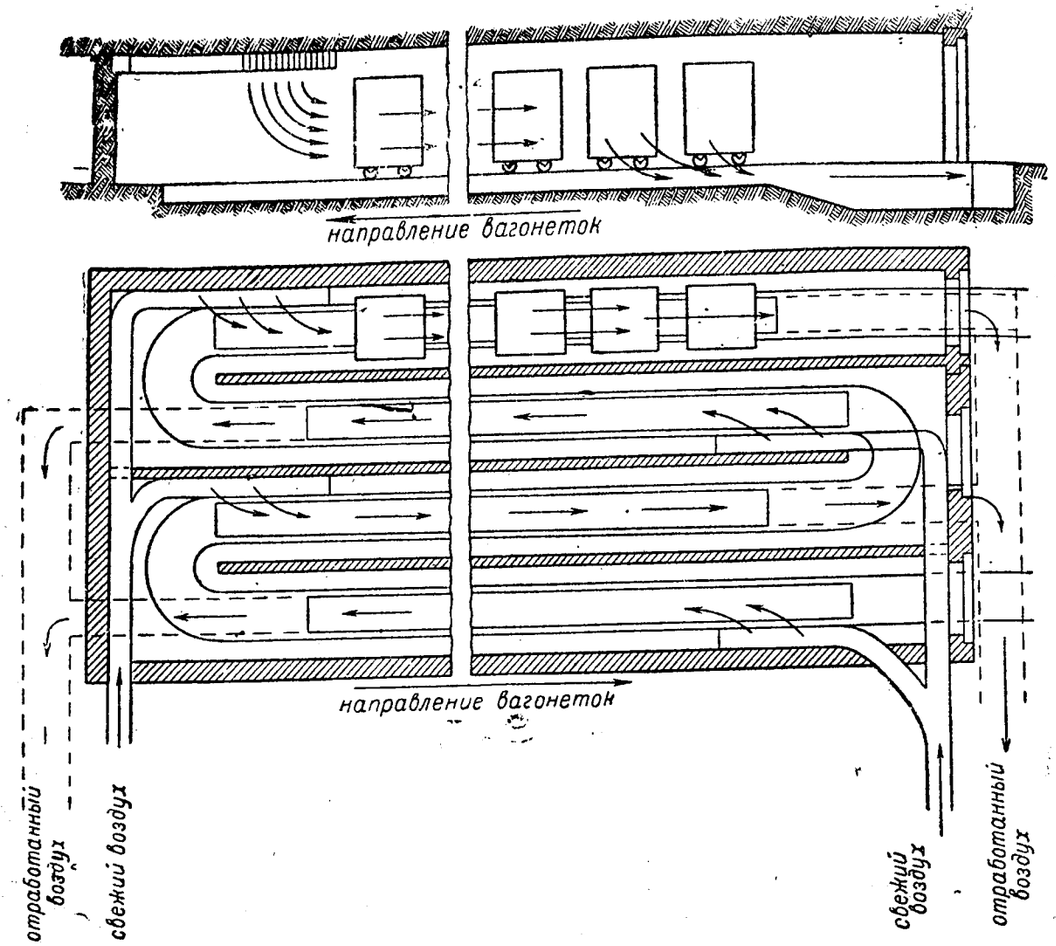
При промывке воздуха водой обычно происходит его охлаждение за счет испарения воды.

Устройство для нагревания воздуха

Нагревание воздуха для уменьшения его относительной влажности производится обычно в паровых калориферах системы Юнкерса, которые представляют собой ящик, состоящий из системы ребристых труб; внутри труб проходит пар, а снаружи их обтекает воздух.

Отработанный конденсат из калорифера, имеющий температуру около 100°, можно использовать для предварительного подогрева воздуха перед сухими фильтрами.

Температура воздуха в начале сушки обычно бывает 25° зимой и 28° летом. Потом медленно, на 3° в час, температура поднимается до 35°.



43. Канальная сушилка

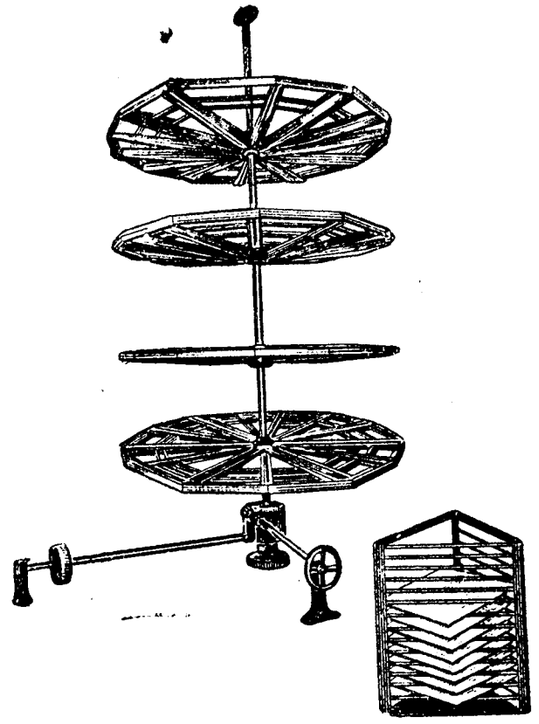
СУШИЛКИ

Сушилки для пластинок бывают следующих типов: камерные, канальные, вращающиеся, конвейерные.

Камерные сушилки. Наиболее простой вид камерной сушилки — это большой зал, куда вводятся вагонетки с пластинками. Этот тип наименее рациональный, так как вентиляцию можно включать лишь тогда, когда вся сушилка будет заполнена, т. е. через несколько часов после начала загрузки. Создать условия равномерного обтекания пластинок воздухом невозможно. Поэтому гораздо рациональнее другой тип камерной сушилки, состоящий из ряда самостоятельных небольших камер, куда вводятся вагонетки, заполненные станочками с политыми пластинками. После заполнения двери камеры закрывают и пускают вентиляцию.

Схематически камерная сушилка представлена на рис. 42. Ряд замкнутых камер *I*, *II*, *III*, имеет двери *Д*, через которые вводятся вагонетки *В*. Каждая камера может иметь свой вентилятор, который подает воздух только в эту камеру, или воздуховод может быть общий — *О*, а в каждую камеру направлены отводы — O_1, O_2, O_3. Отводы соответственно рассчитаны (см. расчет) и конча-

ются патрубками, выступающими над каждой вагонеткой; на конец патрубка следует ставить вертушки—пропеллеры для распределения воздуха. Необходимо, чтобы последний равномерно обтекал всю вагонетку, не оставляя углов и мешков. Пластинки выгоднее так распределить в вагонетках, чтобы наклон пластинок чередовался: если верхние пластинки наклонены например направо, следующий ряд поставить с наклоном налево; тогда воздух проходит зигзагами и эфективность сушки увеличивается. В камере можно поддерживать легкий вакуум или давление. В первом случае сушка происходит быстрее, но имеется захват пыли из соседних помещений.



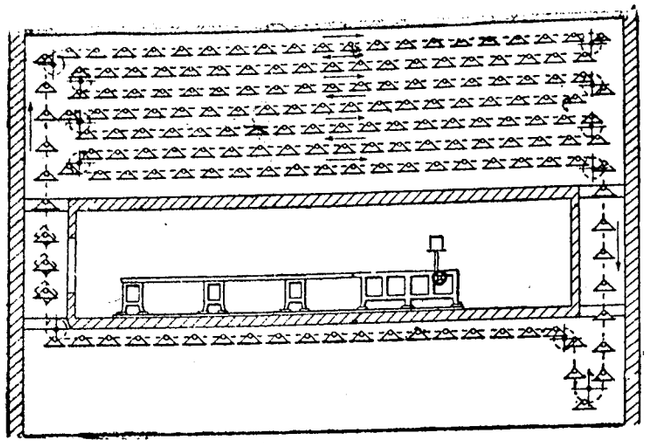
44. Вращающаяся сушилка

При небольшом давлении сушка слегка замедляется, но опасность запыления уменьшается.

Обычно теплый воздух поступает сверху, а влажный — более тяжелый — отводится снизу черз отверстия *К—К*. Можно продувать воздух вдоль или поперек камеры. Каждая камера включается в работу по мере загрузки, поэтому простоев больших быть не может. Пропускная способность сушилки, состоящей из отдельных камер, значительно больше, чем пропускная способность камерных сушилок первого типа.

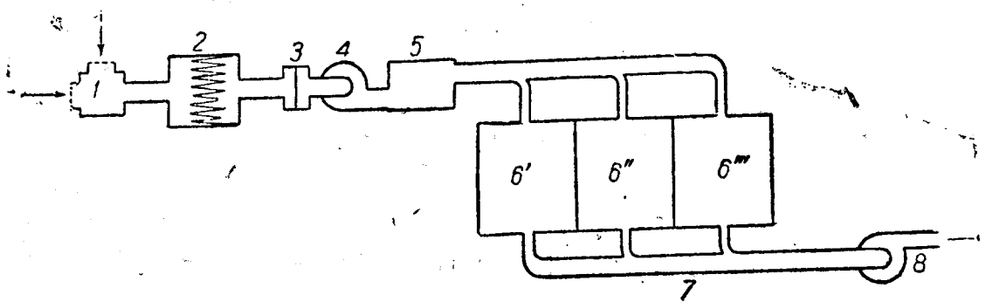
Канальные сушилки (рис. 43) представляют коридор, по которому двигаются вагонетки; навстречу им вдувается воздух. При достаточной длине канала и медленном движении вагонеток пластинки вполне успевают высохнуть. Если производственное помещение не позволяет придать каналу необходимую длину, то делают несколько параллельных каналов, тогда вагонетки передвигаются последовательно из одного в другой. Такая система позволяет в каждом канале поддерживать тот режим, который для данного этапа сушки наиболее благоприятен. На рис. 43 изображена схема такой многоканальной сушилки; движение воздуха показано стрелками, движение пластинок — пунктирной линией; примерные размеры каждого канала — длина 28 *м*; ширина — 1,6 *м* и высота — 1,4 *м*.

Вращающаяся сушилка (рис. 44) представляет собой этажерку, имеющую 3—4 полки. Все сооружение вращается на вертикальной оси. Пластинки укладываются в станочки, послед-



45. Конвейерная сушилка

ние ставятся на полки. Диаметр полок—до 2 *м*, высота всего сооружения—4—4 *м*. Во время сушки пластинки находятся в горизонтальном положении и, вращаясь, равномерно омываются воздухом. Такая сушилка занимает площадь всего в *4 м* и может высушивать до 90 $м^2$ за 4—5 часов.



46. Схема сушки атмосферным воздухом

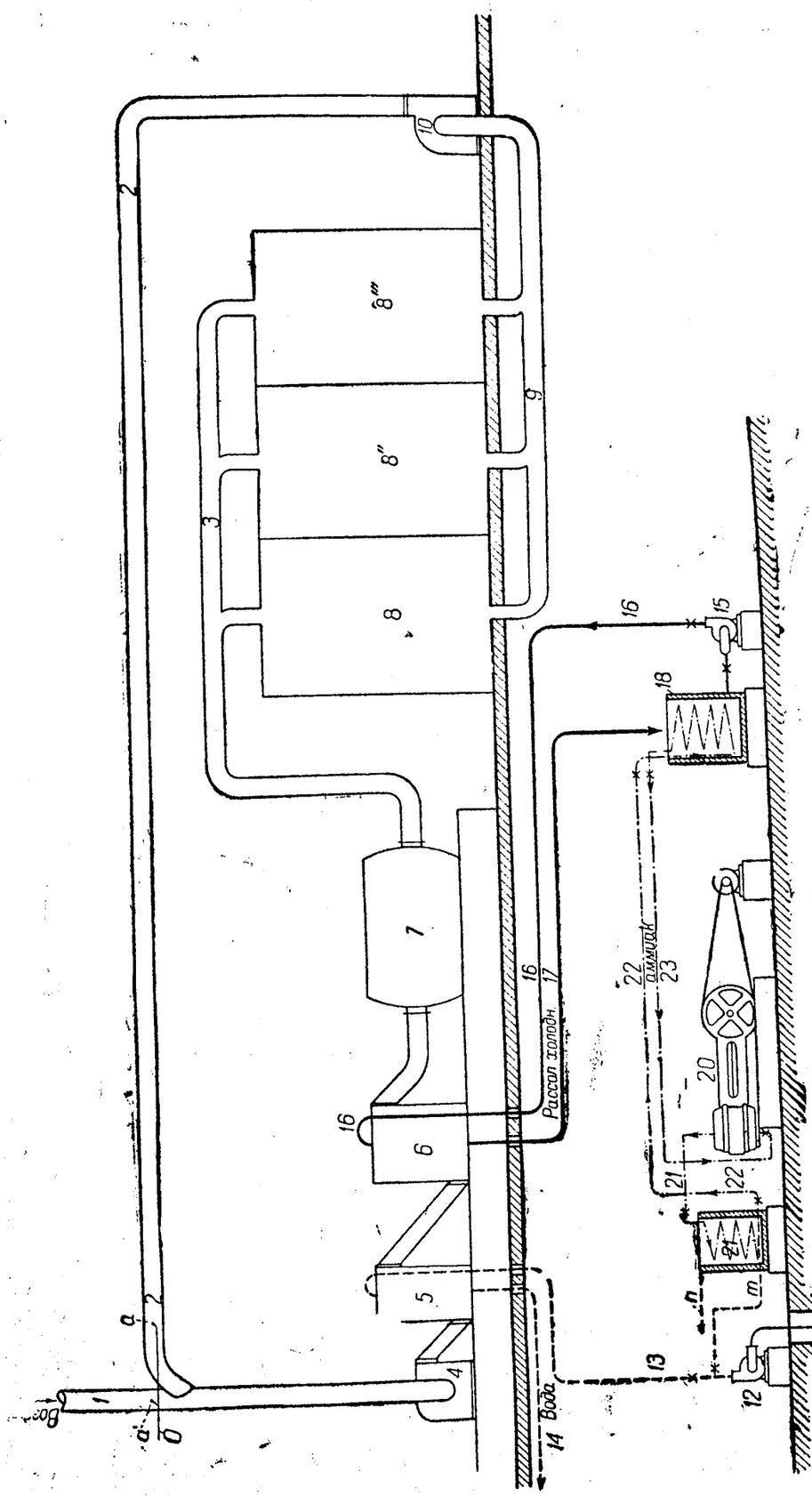
Имеются указания, что за границей применяются вращающиеся горизонтальные сушилки. Пластинки в станочках подвешиваются в особые держатели, и сушилка вращается вокруг горизонтальной оси. Сушилка помещена в камере, через которую продувается воздух.

Конвейерная сушилка приведена на рис. 45. Пластинки вставляются в особые станочки, которые подвешиваются на бесконечные ленты. Ход этой ленты ясно виден из рисунка. Высушенные пластинки поступают прямо в резальное и упаковочное отделения.

Неудобство этого типа сушилок заключается в сложной системе каретки и трудности ее подвешивания.

Возможен и несравненно более удобен тип сушилки с бесконечным полотном, на котором лежат отдельные пластинки. Если под полотно вдувать холодный воздух, тогда сверху можно дать очень высокую температуру и тем ускорить высушивание. Трудность этого типа заключается в конструировании передаточного механизма для передачи пластинок с одного полотна на другое.

Из других типов сушилок следует отметить сушку в вакууме. Для этой цели можно применять сушилки по типу Пастбурга. Подставки, на которые ставятся станочки с пластинками, являются подогревателями. Сушилка соединена с вакуум-насосом. Опыты показали, что качество получаемых пластинок очень высо-



47. Схема сушки замкнутым циклом воздуха

кое. Сушить в вакууме следует весьма осторожно, так как возможно выделение воздуха из эмульсии, а следовательно образование пузырей.

В заключение главы о сушке необходимо рассмотреть схему всего сушильного цеха и взаимную увязку отдельных устройств.

Рис. 46 изображает упрощенную схему движения воздуха. Воздух засасывается через заборную камеру *1*, проходит через матерчатые фильтры *2* для предварительной очистки, потом окончательно фильтруется через висциновые фильтры *3*.

Посредством вентилятора *4* воздух засасывается в калорифер *5*. Отсюда подогретый воздух передается в сушильные камеры *6′*, *6″*, *6‴* и, насыщенный влагой, по трубе *7* вентилятором *8* выкидывается наружу. Такая схема ставит работу сушилок в зависимость от атмосферных условий.

На рис. 47 приведена схема сушилки, в которой сушка осуществляется воздухом определенной влажности, независимо от условий погоды. Воздух, пройдя сушильные камеры, опять охлаждается и снова используется для сушки. Такая многократная циркуляция представляет большую выгоду, так как значительно облегчается очистка воздуха. Воздух по трубе *1* засасывается вентилятором *4* и поступает на предварительное охлаждение водой в скруббер *5*. Предварительное охлаждение вводится для экономии искусственного холода, который стоит сравнительно дорого. Вода поступает из колодца *11* при помощи насоса *12*, который подает ее в скруббер *5*; отработанная вода уходит по трубе *14*. Предварительно промытый и охлажденный воздух подается в следующий скруббер *6*, где высушивается холодным рассолом, поступающим по трубе *16* из ниже расположенного холодильного отделения (работа холодильной машины будет описана в главе о холоде). Высушенный воздух поступает в калорифер *7*, где принимает нужную температуру и поступает в сушильные камеры *8′*, *8″*, *8‴*. Отработанный воздух по трубе *9* отсасывается вентилятором *10* и поступает по трубе *2* в заборную трубу *1*. Шибера *a* и *a′* регулируют смесь свежего и отработанного воздуха, они перекрываются при помощи рычага *O*.

8 ГЛАВА

ОТДЕЛОЧНЫЕ ЦЕХИ

Высушенные пластинки собираются со станочков с'емщицами и подаются в темное сортировочное отделение. Этот цех представляет собой большие комнаты, в которых расставлены простые столы. Последние должны быть достаточно прочными, для того чтобы выдерживать значительный груз находящегося на них стекла. Обычно столы делаются двухсторонними и разделяются легкой перегородочкой; с обеих сторон сидят сортировщицы. Следует уделять большое внимание освещению сортировочного цеха. Помимо малой актиничности, фонари должны иметь конструкцию, облегчающую тяжелый труд сортировщиц и упаковщиц. Для первых удобнее, если светофильтр фонаря завален несколько назад (рис. 16, тип 5). Наоборот, для упаковщиц и резчика удобнее светофильтр наклонить над столом (рис. 16, тип 6). Освещение должно быть ярким, иначе большое количество брака пройдет в готовую продукцию. Подвергаемые сортировке и резке пластинки во избежание засветки должны быть уложены сбоку от фонаря. Ставить пластинки необходимо на ребро, чтобы эмульсионный слой не испытывал давления, иначе неизбежна фрикционная вуаль.

Так как выгоднее поливать большие форматы, то пластинки, поступающие в темную сортировочную, обычно не соответствуют вырабатываемому формату. Поэтому первая операция после с'емки — резка. Политые двойные и четверные форматы здесь разрезаются на две или на четыре части. Но даже если в сортировку поступило стекло того формата, который должен быть выпущен по плану, все же часть стекла поступит на резку, так как забракованная пластинка может содержать брак на одной стороне; тогда бракованная сторона срезается, и получается пластинка меньшего формата. Резка производится на таких же станках, какие применялись для резки стекла. Резчик берет пачку пластинок, располагает их вниз эмульсионной стороной, режет и, сдвинув на край станка, обламывает. Резка производится при красном свете. Резчик должен заботиться, чтобы резка была точно по размеру, чтобы не было засвета от фонаря и чтобы стеклянная пыль не царапала эмульсионную сторону пластинок. Ниже приводятся нормы резки, принятые на фабриках (табл. 11).

Таблица 11

Какой размер режется	На какой формат	Норма на 1 рабочего в день
9 × 12	4,5 × 6	411
10,7 × 18	4,5 × 10,7	411
9 × 12	6 × 9	900
9 × 13	6,5 × 9	898
12 × 13	6 × 13	870
10,7 × 16,4	8,2 × 10,7	822
10,7 × 17	8,5 × 10,7	822
14 × 16	8 × 14	870
17 × 17	8,5 × 17	780
9 × 18	9 × 9	900
12 × 18	9 × 12	875
15 × 20	15 × 10	897
16,5 × 24	16,5 × 12	782

Нарезанные пластинки поступают сортировщицам.

В отличие от ранее описанных процессов вся последующая обработка пластинок после сушки производится вручную. Обычно работа производится побригадно. Бригада состоит из четырех человек — резчик, сортировщица, первая упаковщица, вторая упаковщица. Иногда резчика в бригаде не бывает. Две такие бригады обслуживаются одним вспомогательным рабочим. Рассмотрим работу бригады.

Сортировщица берет пластинку и рассматривает ее напросвет и на отраженный свет; годные пластинки кладет в одну сторону, брак — в другую. Отсортированные пластинки поступают к первой упаковщице. Она укладывает их попарно слоем внутрь, считает и завертывает в парафиновую бумагу. Вторая упаковщица завертывает в черную бумагу и укладывает в коробки; в таком виде пластинки можно выносить на свет. Вспомогательный рабочий переносит пластинки, доставляет упаковочные материалы; относит уложенные пластинки в светлую сортировочную. Бумага для упаковки должна быть заранее нарезана по формату.

На коллектив существует следующая норма такой упаковки в день:

Таблица 12

Размер	Количество дюжин	Размер	Количество дюжин
4,5 × 6	1 900	9 × 12	2 000
4,5 × 10,7	1 900	9 × 14	2 000
6 × 9	1 900	9 × 18	1 800
6,5 × 9	1 900	10 × 15	1 800
6 × 13	1 900	12 × 16,5	1 700
8,2 × 10,7	2 000	13 × 18	1 600
8,5 × 10,7	2 000	18 × 24	770
8 × 14	2 000	24 × 30	610
9 × 9	2 000	30 × 40	210
8,5 × 17	2 000	—	—

В цехе имеются работающие вне бригады разбраковщицы, на обязанности которых лежит сортировать отложенный брак — на

перерезку или на смыв; кроме того они проверяют качество работы сортировщиц.

Поскольку в темной сортировочной хранятся неупакованные пластинки, необходимо следить за чистотой помещения, одежды и рук работающих, не допускать появления пыли. Воздух для вентиляции должен подаваться очищенным от пыли. Лучше работать в темной сортировочной под некоторым давлением, чтобы не могло быть засоса в помещение пыли извне.

Вложенные в коробки пластинки переносятся в оклеечную. Обычно на фабриках при упаковке применяют коробки, не оклеенные бумагой. Для того чтобы им придать соответствующий вид, их обертывают оберточной бумагой. При этом необходимо избегать оклеивания всей коробки, так как влага может проникнуть внутрь и испортить продукцию. Рациональнее всего получать коробки уже оклеенные, но если этого нет, то следует завертывать в оберточную бумагу и подклеивать лишь концы. В качестве клея применяют декстрин, крахмал, клей столярный или желатину. Поверх бумаги наклеивается этикетка, на которой обозначается чувствительность по Х. и Д., номер эмульсии. Сорт пластинок обычно обозначается цветом этикетки или соответствующей полосой на ней. Приняты следующие цвета для обозначения цветочувствительности пластинок: естественная цветочувствительность — синий, ортохроматические — желтый или зеленый, панхроматические — красный, диапозитивные — серый, рентгеновские — буква *Х* (икс).

Качество упаковки играет весьма существенную роль, и поэтому к этому вопросу следует подходить очень серьезно. К упаковке должны быть пред'явлены следующие требования: упаковка должна быть прочна и вполне предохранять пластинки от попадания света и влаги, должна быть удобна и иметь хороший внешний вид — хорошая продукция в скверной упаковке вызывает естественное недоверие со стороны покупателя. На советских фабриках принята следующая упаковка. Пластинки упаковываются по 6 шт. в парафиновую, и две таких упаковки завертываются в неактиничную бумагу и помещаются в коробку. Верхняя крышка совершенно закрывает внутреннюю, потом коробки обертываются и этикетируются.

ХРАНЕНИЕ ПЛАСТИНОК

Как неупакованные, так и упакованные пластинки должны сохраняться в таком положении, чтобы эмульсионный слой пластинок не испытывал давления, иначе образуется так называемая фрикционная вуаль. Поэтому коробки с пластинками не следует класть плашмя, а необходимо ставить на ребро. Место хранения пластинок должно по своим условиям соответствовать жилому помещению. Средняя влажность должна быть 50—80%; температура 12—18°. Склад пластинок нужно устраивать вдали от выгребных ям, уборных, лабораторий, кочегарок и т. д.; следует при хранении избегать проникновения откуда-либо в помещение соснового запаха. В хорошем складочном помещении, отвечающем всем указанным

требованиям, пластинки могут храниться достаточно долго. Наиболее чувствительные эмульсии обладают большей склонностью к вуалированию, чем менее чувствительные. Панхроматические хранятся менее, чем ортохроматические, инфракрасные приходят в негодность еще быстрее, чем панхроматические. В общем сохраняемость эмульсии зависит от происхождения последней. Если в процессе изготовления эмульсия уже была получена перезревшей, то она будет быстро портиться, в то время как не вполне созревшая эмульсия не только длительно сохраняется, но даже в процессе хранении пластинки быстро портятся. Не установлено еще точного ность. Для испытания пластинок на сохраняемость их ставят в термостат при температуре 50—60° на несколько часов и после этого проявляют; значительное увеличение вуали показывает, что при хранении пластинки быстро испортятся. Не установлено еще точного соотношения между естественным и искусственным (в термостате) старением пластинок, поэтому категорические выводы о сохраняемости на основании опыта горячего хранения делать невозможно. Ниже приводится исследование сохраняемости пластинок, проведенное Керролом и Гоббардом.

Таблица 13

Продолжительность двух созреваний при 45° (в мин.)	Тотчас после изготовления			Через 1 мес.			Через 3 мес.			Через 12 мес.		
	Чувствительность	Контраст	Вуаль	Чувствительность	Контраст	Вуаль	Чувствительность	Контраст	Вуаль	Чувствительность	Контраст	Вуаль
10	20	1,30	0,08	105	1,45	0,09	220	1,60	0,11	125	2,05	0,47
75	83	1,34	0,14	110	1,65	0,06	180	1,63	0,12	160	1,93	0,33
130	160	1,70	0,15	120	1,85	0,09	140	1,85	0,12	175	1,75	0,32
195	165	1,65	0,17	165	1,80	0,09	180	1,90	0,13	180	1,90	0,24
10	62	1,30	0,12	160	1,18	0,10	260	1,80	0,13	330	1,65	0,44
75	200	1,38	0,19	250	1,65	0,14	240	1,92	0,20	300	1,65	0,31
135	245	1,55	0,20	330	1,60	0,17	280	1,81	0,28	180	1,70	0,52
210	240	1,44	0,32	275	1,70	0,24	215	1,93	0,26	220	1,55	0,46
10	45	1,00	0,05	180	1,45	0,07	315	1,77	0,17	210	1,78	0,55
65	63	1,50	0,06	138	1,43	0,09	230	1,58	0,12	210	1,60	0,34
125	100	1,78	0,11	150	1,63	0,08	210	1,77	0,13	220	1,55	0,30
180	125	1,80	0,14	165	1,65	0,09	220	1,87	0,16	230	1,50	0,29

Из таблицы видно, что эмульсии, умеренно подвергнутые созреванию, не только сохраняют свою чувствительность, но даже и повышают ее, превосходя в конечном счете чувствительность эмульсий, полученных на том же сорте желатины, но перезревших.

Старение пластинки начинается с появления краевой вуали или с увеличения общей вуали, в связи с чем резко меняются и остальные свойства.

9 ГЛАВА

ХОЛОД В ФОТОПЛАСТИНОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Основным сырьем для фотопластинок является желатина. Качество эмульсии зависит главным образом от качества и состояния употребляемой для ее изготовления желатины. Желатина — сырье неустойчивое, быстро приходящее в негодность. Поэтому необходимо создать такие условия на производстве, чтобы желатина своевременно застывала, быстро высушивалась, независимо от внешних (атмосферных) условий. Кроме того для получения стандартной продукции совершенно необходимо все операции по изготовлению эмульсии и пластинок проводить всегда в одних и тех же условиях. Один из путей создания постоянных условий производства — это применение холода. Он необходим для следующих процессов производства:

а) студенение эмульсии после первого созревания (перед промывкой);

б) студенение перед хранением;

г) охлаждение промывной воды;

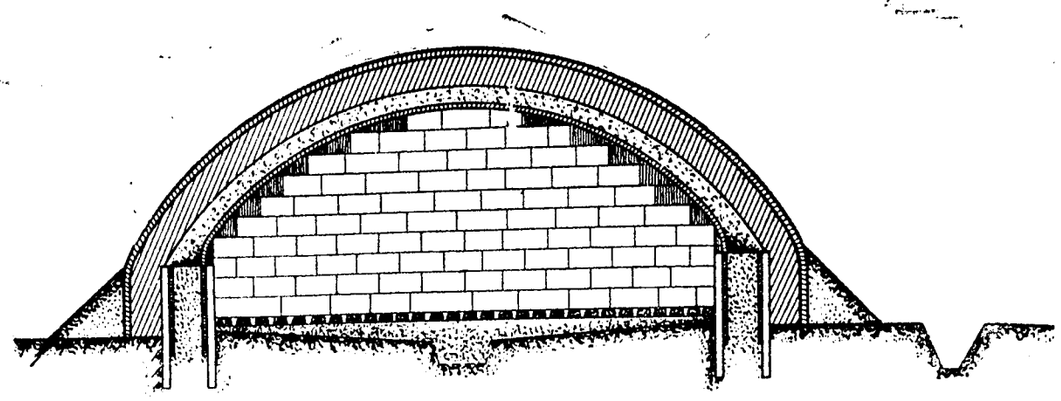
д) охлаждение поливных машин;

е) осушка воздуха.

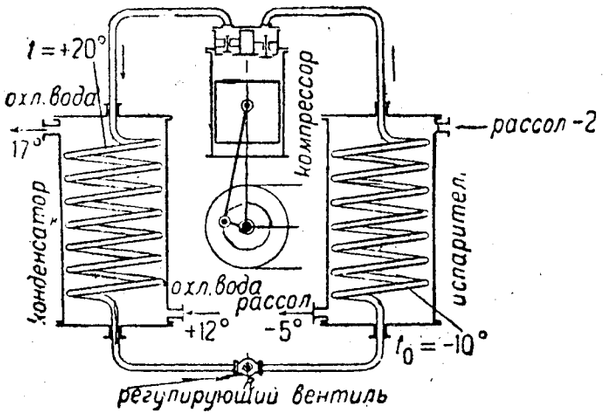
Общее количество потребного холода очень значительно и измеряется сотнями тысяч калорий в сутки (калорией *(кал)* называется количество тепла, необходимое для того, чтобы нагреть 1 *кг* воды на 1° С).

Наипростейшим источником холода является лед, который потребляется фабриками в значительном количестве. Лед при фабриках хранится в ледниках. Можно хранить его также не в ледниках, а просто на поверхности земли. Для этой цели утрамбовывают площадку, делают на ней стойки, изолируют ее шлаком и досками, после этого накладывают кучей лед, замораживают отдельные куски в сплошной массив, покрывают сверху соломой, опилками; в таком виде лед хорошо сохраняется, и потери его не превышают 10—15%. Рис. 48 изображает такое льдохранилище в разрезе.

Применение естественного льда не совсем удобно, так как он тает и дает сырость. Кроме того его не всегда можно применять; например нельзя прибавлять лед неизвестного происхождения в эмульсию — в нем могут быть вредные загрязнения.



48. Открытый склад льда



49. Схема холодильной машины

Более удобно применение сухого льда—твердой углекислоты. Углекислый газ путем охлаждения переводится в твердое состояние, прессуется в плиты и в таком виде отпускается для нужд производства. Сухой лед прямо обращается в газ, не оставляя никакого следа. Температура такого льда —78°. У нас сухой лед не получил широкого распространения вследствие своей дороговизны.

Лучшие результаты дает применение холодильных машин. Они удобны тем, что получаемый холод очень легко транспортировать и подводить к любой точке производства. На рис. 49 приведена схема холодильной машины обычного типа. Действие ее основано на том принципе, что при всяком испарении жидкости поглощается значительное количество тепла. Так для переведения 1 *кг* воды, имеющей температуру 100°, в пар требуется 537 *кал*, для переведения 1 *кг* жидкого аммиака в газ требуется 301,5 *кал*, 1 *кг* углекислоты в газ — 96 *кал*. Наоборот, при переведении 1 *кг* воды из парообразного состояния в жидкость выделяются те же 537 *кал*, то же самое происходит и со всяким другим газом.

Холодильные установки наполняются аммиаком или углекислотой. На фотопластиночном производстве следует рекомендовать углекислотные, так как при аммиачных машинах возможны утечка аммиака в воздух и порча продукции.

Всю систему труб, изображенных на рис. 49, наполняют одним из указанных газов. При помощи компрессора газ сжимается; при сжатии он нагревается; сжатый теплый газ поступает в левый змеевик, охлаждаемый снаружи водой (конденсатор). Здесь газ охлаждается и переходит в жидкое состояние, причем жидкость принимает температуру, близкую к температуре охлаждающей воды. Получившаяся в конденсаторе жидкая углекислота (или аммиак) особым регулирующим вентилем подается в другой змеевик (на рис. — правый) — испаритель, здесь свободно расширяется, переходит в газообразное состояние, отнимая при этом тепло из окружающей жидкости. Газ после этого снова поступает в компрессор, вновь сдавливается и т. д.

Змеевик испарителя окружен раствором поваренной соли (чистая вода замерзла бы). Следовательно расширяющийся в испарителе газ отбирает тепло из окружающего его рассола. Последний приобретает температуру 5—10° ниже нуля и особым насосом распределяется в те помещения, которые требуют охлаждения. Можно трубы испарителя непосредственно подвести в охлаждаемое место, минуя рассол, но это менее удобно, так как требует специального устройства труб, работающих под давлением.

На рис. 47 изображена схема использования холодильной машины для охлаждения воздуха, подаваемого в сушилку. *20* — компрессор; из него по трубе *21* подается теплый сжатый газ в конденсатор *21*, охлаждаемый водой из колодца *11* (вода подходит по трубе *m* и уходит по трубе *n)*; здесь газ переходит в жидкое состояние и по трубе *22* поступает в испаритель *18*, в котором находится рассол, где снова превращается в газообразное состояние, охлаждая рассол, и опять поступает в компрессор по трубе *23*. Холодный же рассол насосом *15* через трубу *16* накачивается в скруббер *6*, служащий для охлаждения воздуха. Отработавшийся рассол по трубе *17* снова поступает в рассольный чан. Для охлаждения воды, идущей на промывку эмульсий, змеевик с рассолом вводится в чан, из которого берется вода для промывки.

Если в рассол испарителя опустить металлическую форму, заполненную водой, то вода замерзнет. Так делают искусственный лед.

В отличие от тепловых труб холодильные трубы располагаются в охлаждаемых помещениях вверху, потому что охлажденный воздух, как более тяжелый, опускается вниз.

10 ГЛАВА

БРАК ГОТОВЫХ ПЛАСТИНОК

Виды брака чрезвычайно разнообразны и зависят во многом от условий данного производства. Ниже приводится общая сводка типичных видов брака. Последний получается на различных этапах производства: 1) брак подслойного цеха, 2) брак эмульсионного цеха, 3) брак поливного цеха, 4) брак сушилки.

БРАК ПОДСЛОЙНОГО ЦЕХА

1. Захват пальцами стекла.
2. Невысохшие пятна.
3. Плохо залитое подслоем стекло.
4. Мусор на поверхности стекла.

БРАК ЭМУЛЬСИОННОГО ЦЕХА

1. Круглые, резко очерченные, незаметные или почти незаметные пятна. Причина — наличие в эмульсии пузырьков воздуха.

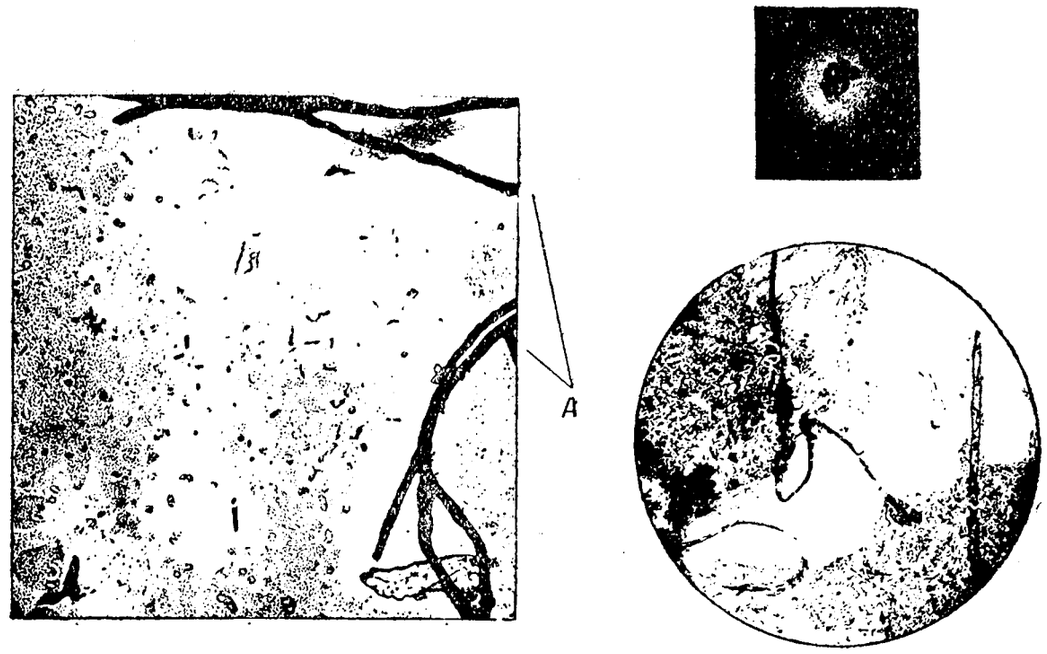
2. Эмульсия не студенится на машине. Причина — жидкая эмульсия; возможен также гидролиз желатины под влиянием бактерий.

3. На сухих пластинках замечаются матовые, резко ограниченные пятна; при проявлении они более светлые, чем остальной фон. Причина: об'ясняется это явление гидролизом желатины, а также наличием в ней жира; некоторые образцы желатины даже при очень осторожном проведении процесса эмульсификации показывают эти пятна; очевидно гидролиз желатины имел место на заводе во время ее изготовления.

4. Мелкие черные точки, выступающие при проявлении. Причина — осаждение галоидного серебра в перезревших эмульсиях.

5. Светлые прозрачные очень мелкие пятна. Причина: неправильный состав эмульсии, а также небрежно проведенный эмульсионный процесс — избыток иодистого серебра, плохо застудневшая, мягкая эмульсия перед промывкой; этих пятен бывает тем больше, чем эмульсия ближе к разложению.

6. Белые прозрачные пятна, выступающие в большей или меньшей степени на пластинке при проявлении. Они бывают



50. Микрофотографии точек биологического происхождения

различного происхождения. Иногда пятна внезапно появляются и также внезапно исчезают. При ближайшем рассмотрении оказывается, что эти пятна биологического происхождения. Рис. 50 показывает микрофотографию центра такой точки. Обычно такие пятна выявляются после сушилки, так как попадающие в эмульсию бактерии при сушке образуют колонии, выделяющие продукт жизнедеятельности, который десенсибилизирует эмульсию (т. е. делает ее менее чувствительной). Колонии бактерий всегда можно обнаружить на фильтрах и воздуховодах сушилок. При появлении таких точек необходимо дезинфицировать сушилку, а иногда все призводственные помещения.

Причиной появления белых прозрачных пятен могут быть также грязь и пыль, попавшие на подслой. Особенно десенсибилизирующе действует медная, свинцовая и железная пыль.

БРАК ПОЛИВНОГО ЦЕХА

1. Одна сторона пластинок полита толще, чем другая. Причины: не горизонтально установлена машина, неровно поставлен фартук; образующие валиков лежат не в одной плоскости.

2. Полосатый полив. Причина — неровный фартук.

3. Незалитые места. Причины — грязное стекло и плохая работа подмазчика.

4. Пузырьки воздуха на поверхности бывают разных размеров — от крупных до мелких. Причины: пенистая эмульсия, бьет фартук, плохо поставлена трубка, подводящая эмульсию.

5. Жирные незалитые пятна. Причина — грязь на стекле.

6. Эмульсия не студенится на пластинках. Причины: слабое охлаждение ковра; эмульсия несоответствующего качества или температуры (см. требования к эмульсии).

7. Поверхность политой пластинки неоднородна (муар). Причина — очень холодная эмульсия на каскаде.

8. Эмульсия плохо растекается по стеклу. Причина — несоответствующая вязкость и поверхностное натяжение эмульсии.

9. Края пластинок имеют жирные пятна. Причина — попадание смазочного масла с валиков.

10. Эмульсионный слой имеет отпечатки пальцев или царапины. Причина — плохая работа с'емщиц.

11. Эмульсионный слой сползает при проявлении. Причина—полито на неподслоенном стекле или подслой неправильно задублен

12. Снятые с поливной машины пластинки имеют большую вуаль, чем исходная эмульсия. Причина — засветка при поливе (особенно опасен фонарь, висящий над каскадом).

БРАК СУШКИ

1. Неоднородность пластинок — взятые с разных мест сушилки пластинки показывают различные качества, особенно заметно изменение плотности вуали. Причина — различные условия сушки в разных точках сушилки.

2. Матовый узор на пластинке; при проявлении дает темные пятна, полосы. Часто середина пластинки имеет вуаль, которой не наблюдается по краям. Такой брак называется шлиром. Причины — неправильная сушка, при которой различные места пластинок сохли по-разному; это может быть или при очень медленной сушке или при неправильном температурном режиме.

3. На проявленной пластинке вуаль имеет вид тени, соответствующей по положению палочке сушильного станочка — стрелка. Причина — палочка загораживала доступ воздуха, и это место пластинки сохло медленнее.

4. Вуаль на поверхности, обнаруженная после проявления, в то время как исходная эмульсия была чистая. Причина — попадание в сушилку вредных газов (сероводород, сернистый газ, окись углерода); это может происходить также при неустойчивости эмульсии (например содержащей значительное количество аммиака).

5. При появлении обнаруживается краевая вуаль. При лежании пластинок эта вуаль распространяется вглубь, и наконец вуалируется вся эмульсия.

Причина: недостаточная устойчивость эмульсии, не выдерживающей того поверхностного натяжения, которое имеет место при сушке; при разрезывании таких пластинок вуаль обнаруживается только на неразрезанных местах. Краевая вуаль может получаться также при хранении пластинок в недоброкачественной упаковке.

6. Желтая вуаль, обнаруживаемая при проявлении. Причина — присутствие в желатине веществ, восстанавливающих галоидное серебро.

7. Штабики — повреждение пластинок вследствие опрокидывания в станочке для сушки. Причины: узкое расстояние между палочками, неустойчивые вагонетки, перевозящие пластинки в сушилку; неровный пол поливного отделения.

II глава

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФОТОПЛАСТИНОК

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Требование к качеству продукции в фотопластиночном производстве усугубляется тем обстоятельством, что дефекты пластинки без специального исследования в специально оборудованной лаборатории не могут быть выявлены. Обычно они обнаруживаются во время и после обработки снятой пластинки. В большинстве случаев восстановить об'ект с'емки не представляется возможным, и поэтому иногда пропадает большая предварительная работа, предшествовавшая с'емке. От качества фотопластинок очень часто зависит качество выполнения многих научно-исследовательских работ.

При оценке качества фотопластинок всегда следует учитывать их назначение. Очень часто те показатели качества, которые непригодны для одних работ, могут быть необходимы для других (подробнее об этом будет сказано ниже). Само собой разумеется, что имеется также брак, делающий пластинки непригодными вообще ни для каких работ (значительная вуаль, механическое повреждение слоя, точки, неправильная резка и т. д.). Для того чтобы судить о качестве фотопластинок, надо отчетливо знать те показатели, которые это качество характеризуют, и те требования, которые пред'являют различные потребители. Внешние недостатки фотопластинок могут быть обнаружены при наружном осмотре их: неправильная резка, неровный полив, незалитые места, пятна. При правильно поставленной сортировке эти дефекты не могут иметь серьезного значения. Гораздо сложнее обстоит дело с исследованием пластинок и выявлением их фотографических характеристик.

Уже ранее отмечалось, что эмульсионный слой пластинок, как и всех галоидосеребряных светочувствительных материалов, состоит из отдельных эмульсионных зерен, обладающих каждое особыми, присущими данному зерну фотографическими свойствами. Наблюдаемый фотографический эффект есть суммарный результат почернений отдельных зерен после проявления. Задачей исследования светочувствительных материалов является выяснение за-

висимости между величиной экспозиции [1] и степенью почернения, получающегося в результате экспозиции и последующего проявления. Эта задача разрешается специальным отделом фотографической науки, который называется сенситометрией. В узком смысле это слово обозначает определение светочувствительности фотографических материалов. В настоящее время под словом сенситометрия понимают не только определение светочувствительности, но также и всех числовых величин, определяющих характер негатива и позитива.

Для того чтобы количественно выразить фотографические свойства светочувствительного материала и иметь возможность полученные для разных материалов величины сравнивать между собой, необходимо испытание светочувствительных материалов производить в стандартных условиях и выражать в одних и тех же единицах.

Самой первой операцией, которой подвергается светочувствительный материал, является освещение.

Количество световой энергии, поступающей на пластинку и производящей определенный эффект, пропорционально силе источника света и времени освещения.

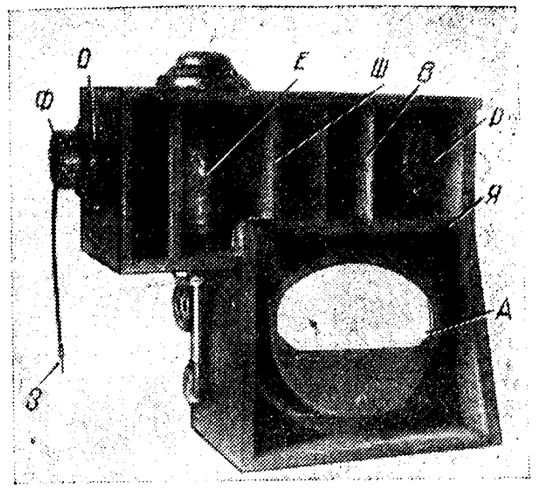
$$\underset{\text{(экспозиция)}}{E} = \underset{\text{(интенсивность света)}}{I} \cdot \underset{\text{(продолжительность освещения)}}{T}$$

За единицу интенсивности света принимают такое количество света, которое на расстоянии 1 *м* дает силу света, равную международной свече [2]. Поэтому единица экспозиции выражается сложной единицей — секундометросвеча и обозначается *CMS*. Сила света обратно пропорциональна квадрату расстояния, т. е. с увеличением расстояния вдвое сила света уменьшается в 4 раза (2^2).

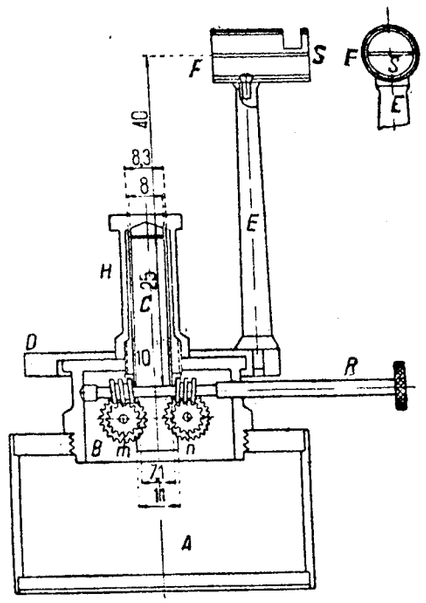
На характер фотографического изображения сильное влияние оказывает спектральный состав источника света. Если сравнивать например свет свечи и дневной, сразу заметна будет разница; в первом источнике света преобладают красные лучи, в последнем — синие. Так как в большинстве случаев негативная фотографическая пластинка применяется при дневном свете, то нормальный источник света должен иметь спектральный состав, соответствующий среднему полуденному рассеянному дневному свету. В качестве нормального источника света применяется вольфрамовая пустотная лампа, которая имеет такой режим питания током, чтобы температура накаленной нити было 2360°, считая от абсолютного нуля (—273°). Для того чтобы уравнять спектральный состав лучей такой лампочки с дневным, применяют светофильтр,

[1] Экспозицией называется количество световой энергии, попадающей на пластинку. Оно равно произведению силы света на продолжительность освещения. В практике под словом экспозиция подразумевают просто продолжительность освещения.

[2] Международная свеча принята за единицу измерения силы света на последних международных конгрессах по фотографии (1928 и 1931 гг.)



51. Источник света



52. Лампа Гефнера

который представляет собой двойную плоскую кювету, в каждую половину которой наливаются специальные растворы; толщина каждого слоя жидкости должна быть точно 10 *мм*.

Состав этих растворов.

Раствор А

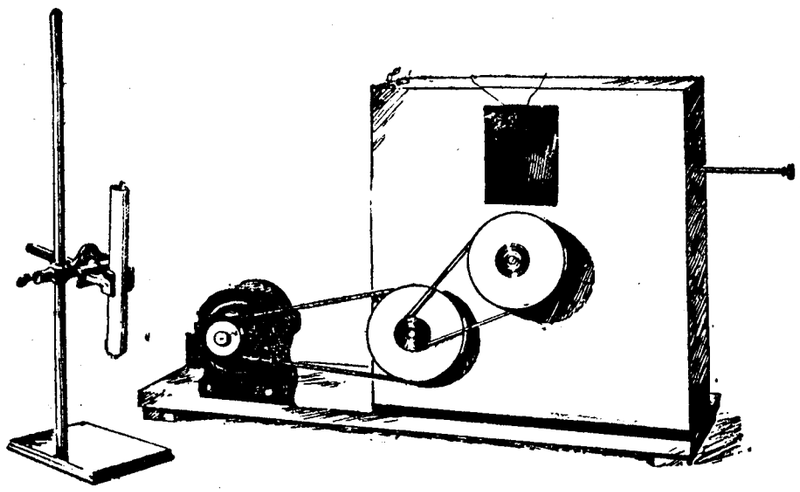
Сернокислой меди $CuSO_45HO_2$	—	3,707	*г*
Манита $C_6H_6(OH)_6$	—	3,707	„
Пиридина C_5H_5N)	—	30,0	*см*²
Воды дестиллированной	— до	1 000	„

Раствор Б

Кобальтаммония сульфата $CoSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$	—	26,827	*г*
Медного купороса $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	—	27,180	„
Серной кислоты уд. вес 1,835	—	10,0	*см*³
Воды дестиллированной	— до	1 000	„

Вместо жидкого применяют для удобств сухой фильтр, представляющий собой стеклянную пластинку, на которую нанесен слой окрашенной желатины; краски подобраны так, что спектральный состав света приближается к стандартному.

Расстояние от источника света берется такое, чтобы свет, прошедший через описанный светофильтр, имел у поверхности пластинки интенсивность, равную одной свече. На рис. 51 изображен источник света, сконструированный К. А. Колосовым для фабричных лабораторий. В ящике *Я* расположен источник света *Е*, регулируемый при помощи реостата *Р* по амперметру *А*; *Ш* — ширмы, изолирующие боковые лучи, *О* — об'ектив (без стекол) с диафрагмой, *Ф* — сухой светофильтр под дневной свет; *З* — спуск затвора. На пластиночных фабриках до сих пор остается основным источником света гефнеровская лампочка, изображенная на рис. 52.



53. Сенситометр Хертера и Дриффильда

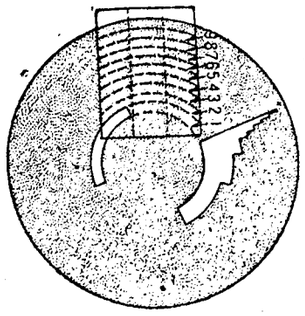
Международная свеча равна 1,11 свечи Гефнера. Лампа состоит из латунного резервуара *A*, в который наливается уксусно-амиловый эфир $C_5H_{11}C_2O_2H_3$ и ввернута горелка *B*, снабженная трубкой *C* для фитиля, для перемещения фитиля служат валики *m* и *n*, приводимые в движение от червяка *R*. Все части лампы, соприкасающиеся с уксуноамиловым эфиром, изготовлены из нейзильбера, так как эфир действует на медь. Все размеры показаны на чертеже. Внутренний диаметр трубки не должен изменяться больше, чем на 0,1 *мм*. Фильтр состоит из пучка бумажных нитей, заключенных в общую бумажную оплетку.

Высота пламени должна быть 40 *мм*. Для измерения пламени на верх лампы надевается кольцо *D*, имеющее стойку *E*, оканчивающуюся горизонтальной трубкой *F*, с горизонтальной перегородкой *S;* вершина пламени совпадает с плоскостью перегородки.

Иногда трубка *F* вместо перегородки *S* имеет оптическую систему, которая проектирует пламя на заднюю часть трубки, имеющую матовое стекло с отметкой *40;* пламя надо доводить до этой метки. После зажигания необходимо дать лампе 15—20 мин. обогреться, чтобы сила света приняла постоянную величину. Изменение высоты пламени на 1 *мм* соответствует изменению силы света на 2,5%. Интенсивность света зависит от атмосферных условий: давление воздуха, его влажность, содержание углекислоты, но при обычных работах с этими факторами можно не считаться, если иметь хорошо вентилируемую комнату.

Применяемый для горения амилацетат должен обладать следующими свойствами:

1. Уд. вес при 15° — от 0,872 до 0,876.
2. При перегонке в стеклянной реторте 90% должно перегоняться между 137 и 143°.
3. Должен давать нейтральную реакцию.
4. Капля амилацетата не должна давать пятна на бумаге.
5. С эфиром, бензином и сероуглеродом не должен давать мути.



54 Диск Хертера и Дриффильда.

6. Смесь 1 *см*³ эмилацетата, 10 *см*³ спирта и 10 *см*³ воды должна быть прозрачной.

Для того чтобы выявить характер изменения светочувствительного слоя под влиянием различных количеств света, необходимо различные участки пластинки различно осветить. Как указывалось выше, $E = I \cdot t^1$.

Количество световой энергии, поступающее на пластинку, мы можем менять двояко — или меняя I — интенсивность освещения, или меняя *t* — время освещения. В СССР принят второй метод освещения — по времени.

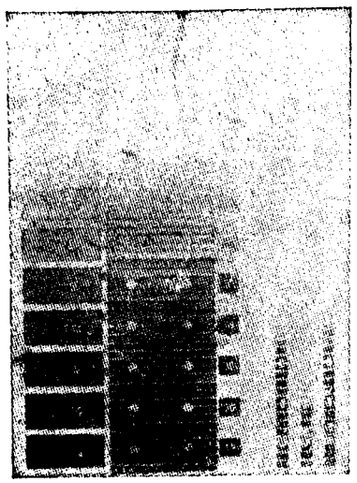
Для освещения пластинок служат специальные приборы, называемые сенситометрами. На рис. 53 изображен сенситометр Хертера и Дриффильда. В деревянном ящике при помощи мотора и передачи вертится диск, изображенный отдельно на рис. 54. Он имеет 9 вырезов, из которых каждый последующий вдвое меньше предыдущего. Скорость вращения диска сенситометра — 80—100 оборотов в минуту. Пластинка в особой кассете ставится позади диска и обычно экспонируется 80 сек. Ниже приводится таблица, характеризующая размер каждого выреза и количество пропущенного через него света при указанной экспозиции:

Таблица 14

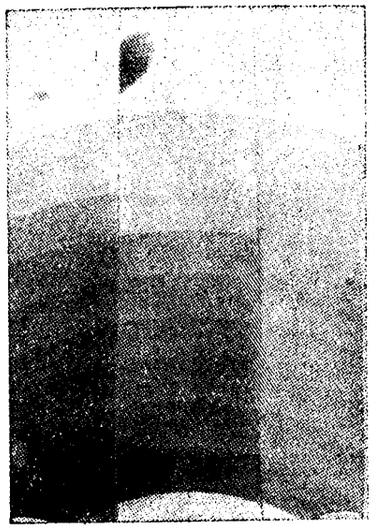
№ поля	Размер выреза	Количество света в CMS	№ поля	Размер выреза	Количество света в CMS
1	180°	40	6	5°37′,5′	1,25
2	90	20	7	2°48′	0,625
3	45	10	8	1°24′	0,313
4	22° 30′	5	9	42′	0,157
5	11° 15′	2,5			

Из сенситометров, работающих по принципу изменения интенсивности освещения, на фабриках широко распространен сенситометр Эдера и Гехта. Он очень компактен и представляет собой стеклянную пластиночку размером 9×12 *см*, имеющую тонкий слой желатины, окрашенной в серый цвет; слой налит в виде клина — к одной стороне толще, к другой сходит на-нет, поэтому при рассматривании на просвет прозрачность его будет постепенно и непрерывно меняться. Для всех точек какой-либо линии, параллельной узкой стороне клина, прозрачность будет одна и та же; при сравнении точек в длину прозрачность будет с расстоянием умень-

[1] Строго говоря, закон имеет более сложное выражение, так как *I* и *t* не взаимозаменяемы, поэтому вводят показатель степени *p*, и уравнение имеет вид $E = I \cdot t$, этот показатель называется константой Шварцшильда и характерен для каждой эмульсии.



55. Отпечаток сенситометра Эдера – Гехта



56. Сенситограммы Хертера и Дриффильда

шаться на некоторую величину. Величина изменения плотности клина на протяжении 1 *см* называется константой клина. Поверх такого клина кладется тонкая целлюлоидная сетка, делящая его по длине на равные участки; всего делений — 100.

Экспонированная под тем или иным сенситометром пластинка должна быть проявлена. Как состав проявителя, так и время проявления оказывают очень существенное влияние на степень почернения проявляемого изображения. Поэтому применяют стандартный проявитель и точно установленное время.

Состав проявителя

Параамидофенола солянокислого	—	7,25 *г*
Сульфата натрия безводного	—	50,0 „
Соды безводной	—	50,0 „
Воды	—	до 1 000 *см*³

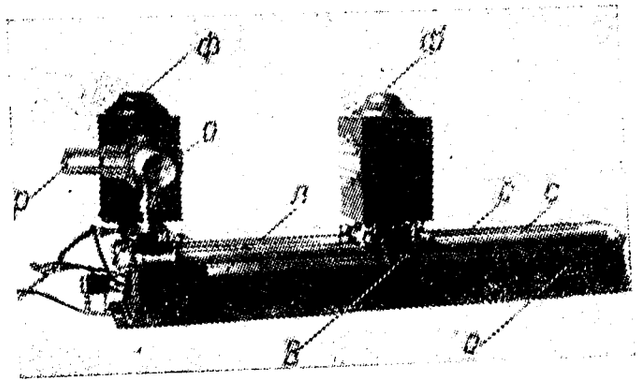
Температура проявителя 18° С. Каждая экспонированная пластинка режется на 3 части, из которых одна проявляется 2 мин., другая — 4 мин., третья — 8 мин. После проявления пластинки споласкивают и кладут в фиксаж, имеющий состав:

Воды	—	до 1 000 *см*³
Гипосульфита	—	250 *г*
Сульфита кристаллического	—	55 „
Серной кислоты (1,84)	—	7 „
Хлористого аммония	—	50 „

Растворяют в части воды гипосульфит и хлористый аммоний; отдельно растворяют сульфит и в него вливают при хорошем помешивании разбавленную серную кислоту; кислый раствор сульфита вливают в гипосульфит и добавляют все водой до 1 000 *см*³.

Пластинки, экспонированные под сенситометром Эдера Гехта, проявляют, не разрезывая. После фиксирования сенситограммы

моют и высушивают. Рис. 55 изображает сенситометрограмму, полученную на сенситометре Эдера Гехта, а рис. 56 — сенситограмму Хертера и Дриффильда. Как видно из рисунков, разные участки пластинки, получившие различные количества света, различно почернели. На сенситометре Эдера Гехта замечается то деление, под которым пластинка дала едва заметное почернение, именуемое порогом изображения; номером этого поля обозначается чувствительность пластинки.



57. Фотометр Колосова и Лелишенцева

По системе Хертера и Дриффильда определение чувствительности производится по другому методу. Разработанная ими система является наиболее обоснованной и с теми или иными поправками принята в большинстве стран, в том числе и в СССР. Хертер и Дриффильда считают основоположниками количественного фотографического метода исследования.

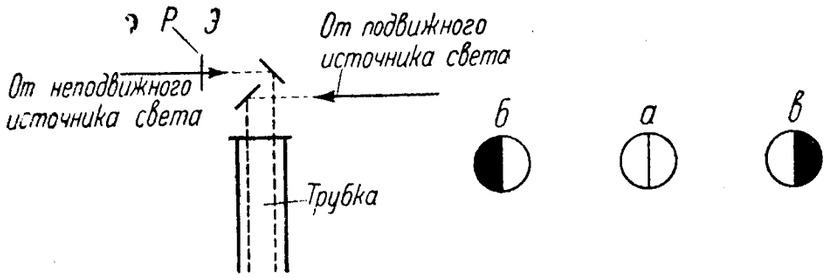
Для усвоения их метода выражения фотографических свойств рассмотрим понятие плотности фотографического изображения. Для измерения полученных после проявления почернений будем сравнивать интенсивность прошедшего через эту пластинку света с интенсивностью упавшего света. Степень почернения проявленного эмульсионного слоя называют плотностью и обозначают буквой D. За единицу плотности принимают такую плотность, которая ослабит интенсивность упавшего на нее света в 10 раз. Если такой уменьшенный в 10 раз луч света пропустить еще через такую же плотность, то он уменьшится еще в 10 раз, т. е. ослабит первоначальный луч в 100 раз; если пропустить через три плотности, то ослабит свет в 1 000 раз, и т. д. Таким образом:

$D = 1$ уменьшает силу света в	—	10 раз
$D = 2$ „ „ „ „	—	100 „
$D = 3$ „ „ „ „	—	1 000 „
$D = 4$ „ „ „ „	—	10 000 „

Всякие промежуточные значения плотности уменьшают силу света в промежуточное число раз.

Для измерения почернений существуют специальные приборы, называемые фотометрами, или денситометрами.

На рис. 57 изображен фотометр, сконструированный Колосовым и Лелишенцевым, выпускаемый мастерской ФОКХТ. Он состоит из деревянного основания *О*, на котором по направляющим салазкам *С* двигается фонарь $Ф^1$, другой фонарь $Ф^2$ стоит неподвижно. Оба они имеют совершенно одинаковые лампочки. Свет из обоих фонарей падает на особый экран, имеющийся в фонаре $Ф^2$; этот экран *Э* изображен схематически отдельно (рис. 58), где

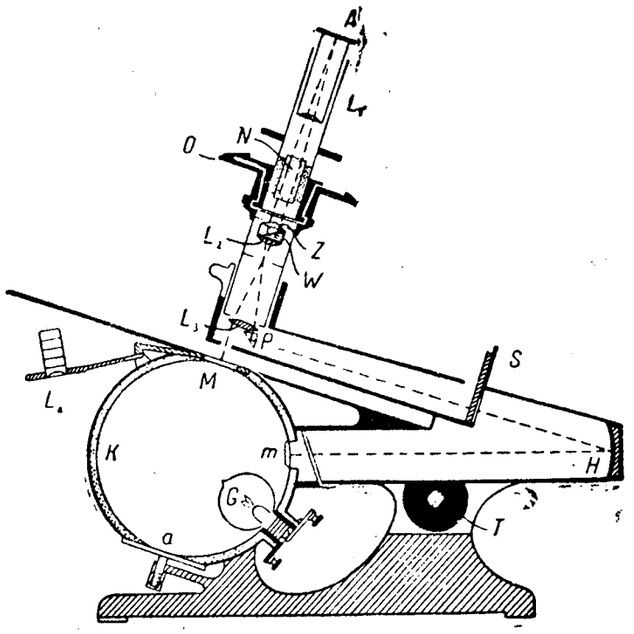


58. Экран фотометра Колосова и Лелишенцева

показан стрелками ход лучей. Когда фонарь $Ф^1$ стоит на нуле, наблюдаемое в окуляр *О* поле освещено равномерно (рис. 58,а); если в рамку *Р* вставить сенситограмму, имеющую некоторую плотность, то свет от фонаря $Ф^2$ будет слабее, в то время как свет, падающий из $Ф^1$, остается прежним; тогда наблюдаемое поле примет вид, изображенный на рис. 58,*б*. Для уравнения полей придется $Ф^1$ отодвинуть на некоторое расстояние; когда равенство полей будет достигнуто, смотрят через визирь *В* на линейку *Л*; расстояние $Ф^1$ от $Ф^2$ будет тем больше, чем выше измеряемая плотность. На линейку *Л* нанесено значение плотностей для каждого расстояния между фонарями; эта плотность отсчитывается на шкале.

Другой, не менее распространенный прибор — денситометр Мартенса, изображенный на рис. 59. Он состоит из следующих частей: массивной подставки, на которой укреплен источник света— *К*, имеющий вид шара, со вставленной сбоку лампочкой *С;* последняя очень невелика — 6 вольт. Снизу вставлен черный кружок *а*, чтобы в отверстие *М* попадал только рассеянный свет. Отверстие *М* закрыто опаловым стеклом; таким же стеклом закрыто отверстие *m*. Свет из шара *К* идет по двум направлениям — одна часть по направлению *mHP*, а другая непосредственно через отверстие *М*. *Р* — призма с серебряной стороной. Оба луча (из *М* и из *Р)* проходят через собирательную линзу L_3, конденсор L^2, первую пару николей *W* и двойную призму *L*, дающую два поля; далее лучи проходят анализатор *N*, лупу L^1 и попадают в глаз наблюдателя. Трубка, в которой расположены николи, вращается; углы отсчитываются по кругу *О*. Перед работой вращением трубки уравнивают оба луча и добиваются равенства обеих половинок видимого в трубку поля. При правильно отрегулированном приборе это достигается при угле в 45°. После введения в *М* измеряемой плотности половина поля, освещаемая лучом, идущим через *М*, будет темнее, чем другая, освещаемая через *HP*. Вращением трубки достигают равенства полей, отсчитывают число градусов, соответствующее новому положению трубки, и по таблице находят соответствующую этому положению плотность.

Полученные при промере результаты изображаются графически; для этого существуют специальные бланки. Рис. 60 изображает один такой бланк с нанесенными на нем результатами измерения. Горизонтальная линия называется осью абсцисс. На ней откладывается в определенном (логарифмическом) масштабе экспозиция

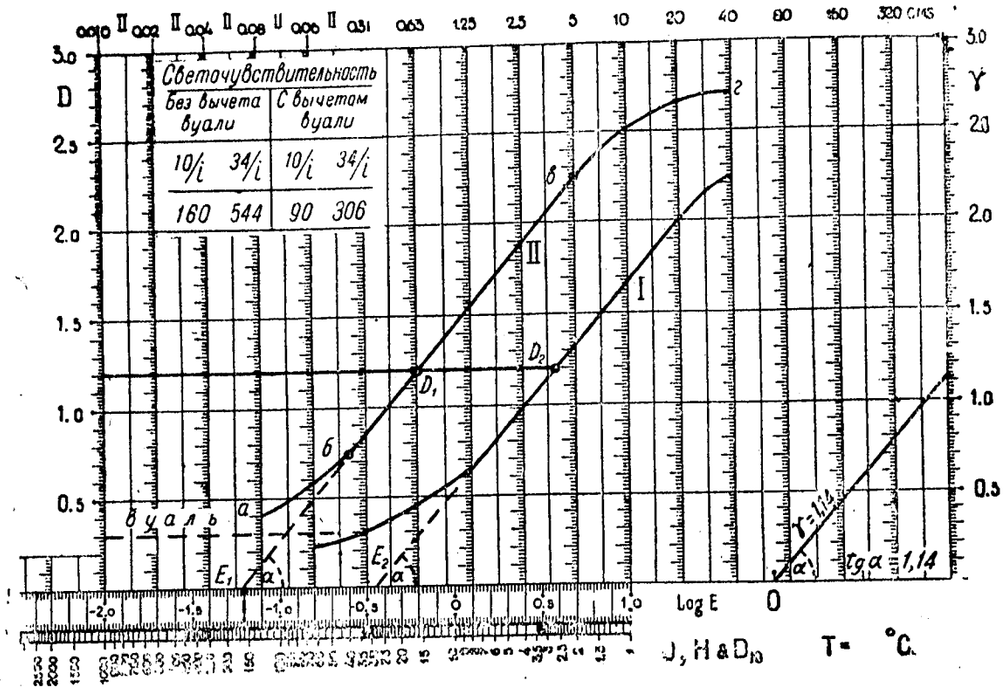


59. Ход лучей в денситометре Мартенса

в секундометросвечах (*CMS*); для удобства наверху цифры указывают экспозицию, они поставлены над перпендикулярами, восстановленными из соответствующих точек на оси абсцисс. Вверх откладываются значения плотностей. На указанном графике наносят полученные при промере величины плотности и потом соединяют их; получают кривую, называемую характеристической кривой. Последняя имеет следующие участки: *аб*— называется областью недодержек и соответствует малым экспозициям; *бв* — областью нормальных экспозиций; и *вг* — областью передержек, соответствует очень большим экспозициям. Если взять две пластинки, из которых одна (рис. 60, I) достигает плотности 1,2 через 0,63 *CMS*, а вторая (рис. 60, II)—той же плотности через 3,2 *CMS*, то ясно, что вторая будет в пять раз чувствительнее первой, так как для получения одинакового почернения вторая требует вдвое меньше света. Если не считать для обеих пластинок область недодержек *аб*, а основываться только на прямолинейном участке — области нормальных экспозиций *бв*, можно предполагать, что у эмульсии *II* первые следы изображения, соответствующие нормальным экспозициям, появятся раньше, чем у эмульсии *I*. Для того чтобы найти, каким экспозициям будут соответствовать первые следы изображения, надо прямолинейные участки пунктиром продолжать до пересечения с осью абсцисс; полученные при этом на оси абсцисс точки E_1 и E_2 называются точками инерции (*I*) и показывают то минимальное количество света, которое надо дать на эмульсию, чтобы получить первые следы изображения. Разделив значение инерции для эмульсии *II* на значение инерции для эмульсии *I*, определим, во сколько раз одна эмульсия чувствительнее другой, если одно из этих значений сделать постоянным, то, деля это число на инерцию пластинки, будем получать светочувствительность эмульсий.

Хертер и Дриффильд таким постоянным числом выбрали 34. Тогда светочувствительность *S* определится:

$$S = \frac{34}{i}.$$



60. Стандартный график и вид характеристических кривых

Практически светочувствительность определяют, опуская перпендикуляр из точки инерции на изображенную внизу линеечку, где сразу показана чувствительность. На приведенном графике линеечка рассчитана так, что $S=\frac{10}{i}$, т. е. для того чтобы привести светочувствительность к системе Хертера и Дриффильда, нужно полученный результат умножить на 3,4.

Если освещенную пластинку после экспозиции разрезать на три части и каждую из них различно проявлять, в течение различного промежутка времени, потом промерить и нанести результат на график (рис. 63—89), то для каждого времени проявления получится своя кривая; однако, продолжив их прямолинейные участки, мы увидим, что они все сойдутся на оси абсцисс в одной точке. Так как точка инерции у всех одинакова, то следовательно одинаковы и чувствительности. Если сравнивать почернения всех трех кривых, соответствующие одинаковым экспозициям, то мы увидим, что при 8-минутном проявлении почернения увеличиваются гораздо быстрее, чем например для 2-минутного, очевидно степень нарастания почернений тем больше, чем круче под'ем прямолинейного участка. Степень (быстрота) нарастания почернений называется контрастом, обозначается греческой буквой γ (гамма) и измеряется наклоном прямолинейного участка характеристической кривой; очевидно кривая для 8-минутного проявления показывает контраст больший, чем кривая 2-минутного проявления. Для определения γ из точки O проводят прямую, параллельную прямолинейному участку кривой до пересечения с правой линеечкой и на ней отсчитывают прямо значение γ.

Светочувствительная эмульсия обладает способностью чернеть в проявителе даже без предварительного освещения. Это самопроизвольное восстановление серебра в проявителе без предварительного освещения называется вуалированием, а такая самопроизвольно возникшая плотность называется вуалью и обозначается через D_0; очевидно, что чем меньше вуаль, тем пластинки лучше.

Область нормальных экспозиций характерна тем, что равным экспозициям соответствуют равные приращения плотностей, т. е. при с'емке какого-либо об'екта его светотени будут передаваться на пластинке пропорционально, и изображение будет наиболее точно воспроизводить светотени снимаемого об'екта.

Таким образом следует стремиться производить с'емку с такой экспозицией, чтобы все светотени об'екта расположились на прямолинейном участке. Ясно, что чем на больший диапазон экспозиций распространится прямолинейный участок, тем легче уложиться в него. Характеристическая кривая в идеальных эмульсиях должна принять прямолинейную форму, но практически это недостижимо. Практически величина области пропорциональной передачи характеризуется разностью в экспозициях концов прямолинейного участка. Примем за единицу экспозицию нижнего конца прямолинейного участка; тогда каждая ордината будет показывать увеличение экспозиции вдвое, т. е. если прямолинейный участок располагается в пределах шести ординат, то разница в экспозициях в точке *б* и *в* будет: $1 . 2 . 2 . 2 . 2 . 2 = 32$. Разница в экспозициях концов прямолинейного участка характеристической кривой называется широтой эмульсии и обозначается буквой L.

Таким образом каждая эмульсия имеет следующие главнейшие характеристики, исходя из которых можно составить суждение о качестве эмульсии и ее пригодности для тех или иных работ. Эти основные характеристики следующие:

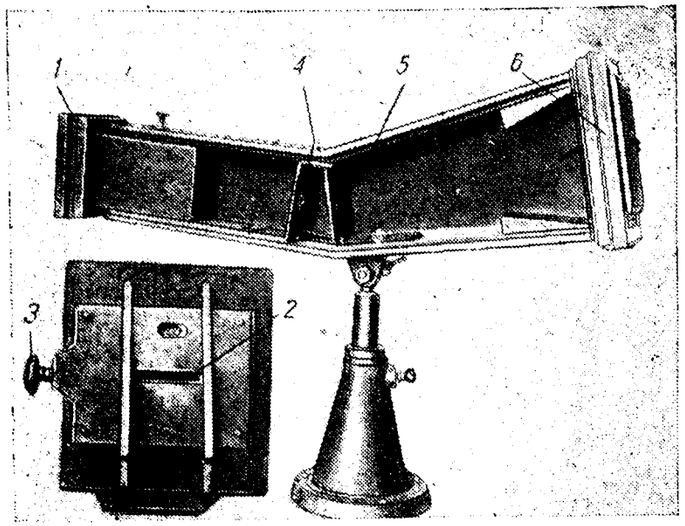
S — светочувствительность, определяется делением числа 34 на число i, соответствующее точке инерции.

γ — контраст, величина, показывающая скорость нарастания плотности с увеличением экспозиции; определяется углом наклона прямолинейного участка характеристической кривой к оси абсцисс.

D_0 — вуаль, характеризует самопроизвольное восстановление зерен галоидного серебра в проявителе без предварительного воздействия света, определяется непосредственным промером неэкспонированной части пластинки.

L — широта эмульсии, характеризует приспособляемость эмульсий к условиям экспозиции; определяется разностью экспозиций, соответствующих концам прямолинейного участка.

Знание указанных характеристик совершенно необходимо каждому фотоработнику, так как они с достаточной полнотой характеризуют качество фотопластинок. Все эти величины вытекают из характеристической кривой, поэтому построение последней яв-



61. Спектрограф

ляется совершенно необходимой операцией при исследовании пластинок.

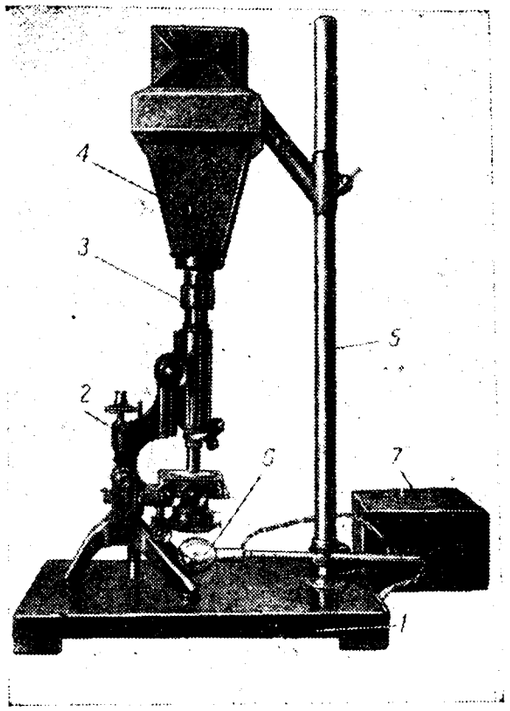
Следует указать, что не всегда бывают эмульсии, кривая которых соответствует типу, изображенному на рис. 60. При наличии в эмульсии большого количества бромистых солей инерция для трех времен проявления может быть различная, и продолжение прямолинейных участков может не сойтись в одной точке на оси абсцисс.

Кроме того за последнее время получили распространение смешанные эмульсии, изготовляемые путем соединения нескольких простых эмульсий; они могут давать весьма сложную характеристическую кривую, часто совершенно без прямолинейного участка.

Кроме того характеристики одной и той же эмульсии, полученные при испытаниях с различными источниками света, весьма различны; особенно это заметно, если сравнить характеристики, полученные с применением при испытаниях лампы Гефнера и источника света, приравненного к дневному (см. таблицу качества заграничной фотопродукции).

Помимо описанных выше показателей, характеризующих степень почернения пластинок под влиянием различных количеств света, необходимо знать чувствительность эмульсий к различным зонам спектра — цветочувствительность. Для этого снимают на пластинке спектр на приборе, называемом спектрографом. Рис. 61 изображает спектрограф сист. Колосова и Лелишенцева с открытой передней крышкой. В головке *1* расположена щель *2*, изображенная на рис. 61 отдельно. Величину щели можно регулировать винтом *3*. Луч света, проникающий через щель *2*, проходит далее через дифракционную решетку *4*, об'ектив *5* и попадает на испытуемую пластинку, находящуюся в кассете *6*. После проявления получается чернобелое изображение спектра; обычно снимают несколько раз со все увеличивающейся экспозицией, тогда получается фотография спектра, изображенная на рис. 10. Здесь темные места соответствуют тем зонам спектра, которые не подействовали на пластинку, а светлые — тем, к которым пластинка чувствительна; чем выше на снимке белые пятна, тем выше чувствительность к данным лучам.

Особенно важно для практической фотографии знать, как себя будет вести пластинка при с'емке с тем или иным светофильтром. Обычно применяют желтый светофильтр, поглощающий синие лучи, к которым фотопластинка всегда наиболее чувствительна. Для испытания половину пластинки освещают источником света, а другую половину экспонируют при том же источнике света, но с испытуемым светофильтром. Проявляют, строят характеристическую кривую и определяют чувствительность в обоих случаях. Под желтым светофильтром она будет меньше. Определяют, во сколько раз уменьшает чувствительность желтый светофильтр, и это число называют фактором фильтра. Чем меньше это число, тем лучше испытуемые пластинки сенсибилизированы к данным лучам.



62. Микрофотоустановка

Для определения цветочувствительности очень часто пользуются сенситометром Эдера Гехта. Он имеет сбоку узкие цветные полоски, которые пропускают лучи определенной зоны спектра: красные, синие, желтые, зеленые. В зависимости от степени чувствительности эмульсии к тем или иным лучам пропечатывается больше или меньше каждая полоска. Сравнивают почернения, полученные под разными полосками, с тем, которое получено под синей полоской.

Так как от формы зерен и их однородности зависят качества эмульсии, то необходимо изучить их внешний вид. Для этого существует прибор, — микрофотоустановка. Рис. 62 изображает такую установку системы Колосова и Петухова. Она состоит из доски-основания *1*, на которое ставится микроскоп *2*, соединяющийся при помощи кольца *3* с фотокамерой *4*; камера движется по штативу *5*. Осветитель для микроскопа — лампочка *6*, работающая через 12-вольтовый трансформатор *7*. В микроскоп вставляют наблюдаемый об'ект, наводят по матовому стеклу на фокус, вставляют пластинку и снимают. Чтобы не получалось у изображения размытых краев, следует с'емку производить через какой-либо одноцветный светофильтр, обычно применяют зеленый; в таком случае с'емку надо производить на ортохроматических пластинках.

ТОЧКИ КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрение методов исследования фотопластинок нам было необходимо для того, чтобы разобрать постановку активного конт-

роля на производстве. Последний должен осуществляться постоянно, во всех точках производства, начиная от поступающего сырья до готовой продукции.

Для удобства описания разобьем контрольные точки по цехам.

Отдел снабжения и склад

Испытываются все виды сырья как химически, так, если это потребуется по характеру сырья, и фотографически. Испытание производится по стандартам ОСТ. Без заключения лаборатории склад не имеет права ни принимать, ни отпускать сырье. Отбор пробы производится лаборантом. Испытывается следующее сырье: желатина — химически и фотографически; азотнокислое серебро — химически; галоидные соли — химически; упаковка — химически и фотографически.

Резальное и моечное отделение

Проверяют лицевую сторону стекла, чистоту промывки, форматность, отсутствие дефектов стекла. Проверка производится наглаз и промером линейкой и угольником.

Подслойное отделение

Проверяется чистота стекла, ровность покрытия подслоем, лицевая сторона.

Эмульсионный цех

Проверяется эмульсия в процессе первого созревания. Примитивное испытание состоит в том, что делают мазки на стекло и выносят их на свет; наблюдают цвет мазка в проходящем свете. Недозревшей эмульсии соответствует красный оттенок, который в последующих пробах меняется на красно-фиолетовый, оранжевый, зеленый и наконец синий; нормально созревшие эмульсии должны иметь серо-синий цвет. Кроме того в конце первого созревания эмульсией поливают пластинку, экспонируют всегда с одним и тем же источником света под сенситометром Эдера Гехта, проявляют и наблюдают величину вуали и чувствительности. По окончании первого созревания поливают стекло эмульсией, пластинку отмывают в кювете от избыточных солей, сушат, экспонируют под диском Хертера и Дриффильда и строят характеристическую кривую. После промывки эмульсии перед вторым созреванием делают полив на пластинку и проверяют в мокром виде на вуаль; если последняя невелика, то ведут второе созревание. При этом следует примерно каждые полчаса поливать пластинку и испытывать ее на вуаль.

После окончания второго созревания делают лабораторный полив и после высыхания пластинки проводят полное сенситометрическое испытание. После фильтрования эмульсии перед подачей на полив следует испытывать на вуаль.

Поливной цех

В поливном цеху следует проверить чистоту фартука, каскада и промежуточной склянки; после этого измерить температуру

поданной на полив эмульсии. После пуска эмульсии наглаз устанавливают толщину полива, берут в конце машины пластинку, выносят на свет и смотрят через нее на электрическую лампочку; нить последней не должна быть видна. Гораздо лучше тут же в цеху иметь технохимические весы и чистую тряпочку. Пластинку берут немедленно после каскада, кладут на весы, взвешивают, потом вытирают тряпочкой и чистое стекло снова взвешивают; разница в весе укажет количество эмульсии, политой на пластинку; в зависимости от веса эмульсии увеличивают или уменьшают слой.

Время от времени пластинку следует выносить на свет и определять ровность полива.

Сушильный цех

В сушильном цеху следует контролировать и записывать температуру поступающего воздуха, его влажность, а также температуру и влажность отходящего воздуха. Необходимо время от времени проверять пластинки на сухость.

По окончании сушки следует с каждой стороны вагонетки брать пробы пластинок (верх, середина и низ), проявлять и определять величину вуали. После с'емки всех пластинок данного полива отбирается несколько штук; для части их производится полное испытание, определяется при этом сорт и сообщается в сортировочное и упаковочное отделение. Другую часть пластинок засвечивают под клином или диском сенситометра Хертера и Дриффильда, проявляют произвольное время, обычно 6 мин., и определяют чистоту слоя — нет ли точек, царапин, полос и т. д. При наличии большого числа точек полив бракуется.

Сортировочное отделение

Здесь проверяется качество сортировки путем тщательной проверки уже отбракованных пластинок. При этом проверяется целость черной и парафиновой, бумаги, в которую завернуты пластинки. При наличии рваных углов упаковка бракуется.

В светлой упаковочной следят за тем, чтобы при оклеивании не смазывали коробки клеем целиком; чтобы не складывали коробку на коробку; чтобы качество отделки было удовлетворительное.

На складе надо следить, чтобы пластинки лежали на ребре; чтобы воздух был чистый и не сырой, чтобы не было дурного запаха. Деревянная тара не должна быть сосновой.

Во всем производстве должна регулярно проводиться проверка фонарей на актиничность.

Организация контроля должна быть поставлена таким образом, чтобы за каждый участок контроля отвечал один, достаточно квалифицированный сотрудник фабричного ОТК; поэтому все работники последнего прикрепляются к цехам, за качество работы которых и отвечают.

12 ГЛАВА

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОТОПЛАСТИНОК И СОРТА ИХ

Используя описанные в предыдущей главе методы исследования, легко установить качество фотопластинок. Полученные показатели следует сопоставить с техническими условиями и нормами, а также с назначением пластинок.

Браком считаются пластинки, у которых очень высокая вуаль. Вуаль не должна быть выше 0,3—0,35 для высокочувствительных пластинок; для низшей чувствительности вуаль не должна превышать 0,15. Величина светочувствительности не дает основания для браковки; она лишь указывает на сорт пластинок. Чрезмерно малый контраст не позволяет получать сочных хороших изображений, поэтому он не должен быть ниже 0,8 для наиболее чувствительных пластинок и 1,2 — для малочувствительных. Для того чтобы избежать получения вялых изображений, необходимо, чтобы плотность проявленных сенситограмм была достаточная. — не ниже 2; для особо чувствительных плотность может опускаться до 1,8. Широту необходимо иметь максимальную.

В зависимости от указанных характеристик пластинки находят применение для той или иной цели. Так например контрастные пластинки следует применять для любительских работ, где требуется контрастное сочное изображение. Такие пластинки выпускаются часто с маркой «ландшафтные», т. е. для наружных с'емок; чувствительность их не велика, так как они служат для работ в условиях хорошего освещения.

Пластинки для портретной с'емки должны быть мягкими для более гармоничной передачи светотени и высокочувствительными, так как с'емка производится при искусственном освещении. Диапозитивные пластинки должны обладать очень небольшой чувствительностью и высоким контрастом. Пластинки репродукционные могут иметь небольшую чувствительность и по контрасту должны делиться на два сорта — штриховые, обладающие максимально возможным контрастом, так как они должны давать черно-белое изображение без промежуточных полутонов, и полутоновые — для репродукции изображений, имеющих полутона. К пластинкам, применяемым для аэрофотографии, пред'являются требования высокой чувствительности, высокого контраста, хорошей ортохроматизации или панхроматизации. Классификация пластинок по сортам, существовавшая у нас до настоящего времени, была совершенно случайна. На конференции по качеству фотопластинок, состоявшейся в Москве в ноябре 1933 г., намечен ассортимент продукции, уже заключающий в себе элементы определенной системы.

Прежде всего вводятся твердые сорта по чувствительности для массовой продукции и для специальной. Каждому сорту соответствует некоторая средняя фотографическая характеристика, имеющая определенные допуски; последние так подобраны, что в пределах этих допусков при известной широте эмульсий вполне возможно получение однообразных негативов при условиях одинаковой экспозиции. Ниже приводится ассортимент фотопластинок на 1934 г.

МАССОВАЯ ПРОДУКЦИЯ

Фотопластинки этой группы не имеют специального назначения; они предназначаются для широкого применения как любителями, так и фотографиями. Эта группа делится на следующие три сорта по чувствительности:

1. Чувствительность по Х. и Д. $100 \pm 25\%$ (т. е. колебания чувствительности возможны от 75 до 125 по Х. и Д.). По контрастности такие пластинки могут быть двух типов — нормальные со средним контрастом 1,3 и контрастные со средним контрастом 1,6. Колебания контраста допускаются в пределах $\pm 10\%$. Вуаль не должна быть выше 0,10 при контрасте, равном единице.

2. Чувствительность по Х. и Д. $200 \pm 25\%$ (пределы 150—250). По контрасту — также двух типов: контрастные $\gamma = 1{,}4 \pm 10\%$ и нормальные — $\gamma = 1{,}1 \pm 10\%$. Вуаль при $\gamma = 1$ не выше 0,15.

3. Чувствительность хо Х. и Д. $400 \pm 25\%$ (колебания 300—500). Контраст должен быть не ниже 0,8; вуаль при $\gamma = 1$ не выше 0,25

Все три сорта могут быть политы на противоореольном подслое, тогда к указанному сорту будет добавляться слово «противоореольные».

По цветочувствительности каждый сорт можно выпускать:

а) с естественной цветочувствительностью;
б) ортохроматические различной степени ортохроматизации;
в) панхроматические;
г) инфракрасные.

Каждый из этих сортов может быть специально задублен. тогда пластинки будут называться тропическими.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СОРТА

Фотопластинки этой группы должны применяться для тех целей, которые следуют из их названия. Сюда войдут следующие сорта, выпускаемые нашей фотопластиночной промышленностью:

1. Диапозитивные — для получения воспроизводимых на экране копий с негативов.

2. Репродукционные — для получения фотографий с рисунков, картин, печатных произведений и пр.; применяются главным образом в полиграфической промышленности. В тех случаях, когда снимаются цветные об'екты, пластинки должны отличаться соответствующей цветочувствительностью.

3. Рентгеновские пластинки — отличаются невысокой чувствительностью, потому что чувствительность к рентгеновским лучам не находится в прямой связи с общей светочувствительностью. Они должны отличаться достаточным контрастом, так как изображение получается теневое, и иметь хорошую плотность.

4. Микрофотографические — предназначаются для получения микрофотографий. Этот сорт пластинок должен иметь достаточную чувствительность, контраст, большую плотность. Пластинки должны быть ортохроматические, так как микрос'емка обычно производится при зеленом светофильтре, чтобы избежать нерезкости по краям деталей изображения, вызываемой радужными контурами. Желательно иметь микрофотографические пластинки двух типов — низкой и высокой чувствительности. Ниже приводится сводка описанного ассортимента (табл. 15). В течение 1934 г. предполагается переход на стандартную систему сенситометрии; гефнерова лампа будет заменена электрическим источником света с температурой 2 360° и светофильтром под дневной свет (см. стр. 82).

При такой замене светочувствительность и другие характеристики изменятся, для чего будут введены соответствующие поправочные коэфициенты. Для суждения о качестве фотопластинок советских и импортных ниже приводится сводная таблица испытания различных сортов пластинок (табл. 16). Импортные пластинки были испытаны в лаборатории обработки светочувствительных материалов НИКФИ. Советские пластинки были испытаны фабричными лабораториями.

В приведенной таблице величины светочувствительности даны по десятичной системе, т. е. $S = \frac{10}{i}$, таким образом для перевода на чувствительности по Х. и Д. необходимо приведенные цифры умножить на 3,4.

Светочувствительность дана для двух определений. Одно производилось под стандартным источником света — электрическая лампочка с цветной температурой 2 860° и светофильтром под дневной свет — 5 000°.

Кривые строились без вычета вуали.

Второе значение светочувствительности получено при испытании по методу, применяемому на фабриках ФОКХТ: источник света лампы Гефнера; кривые строились с вычетом вуали. Как видно из таблицы, чувствительность заграничных пластинок при определении по этому методу вполне соответствует чувствительности советских пластинок. Высокое качество заграничной продукции не в чувствительности, а в весьма благоприятной для фотографической практики характеристической кривой (см. прилагаемые графики рис. 63—89).

Таблица 15

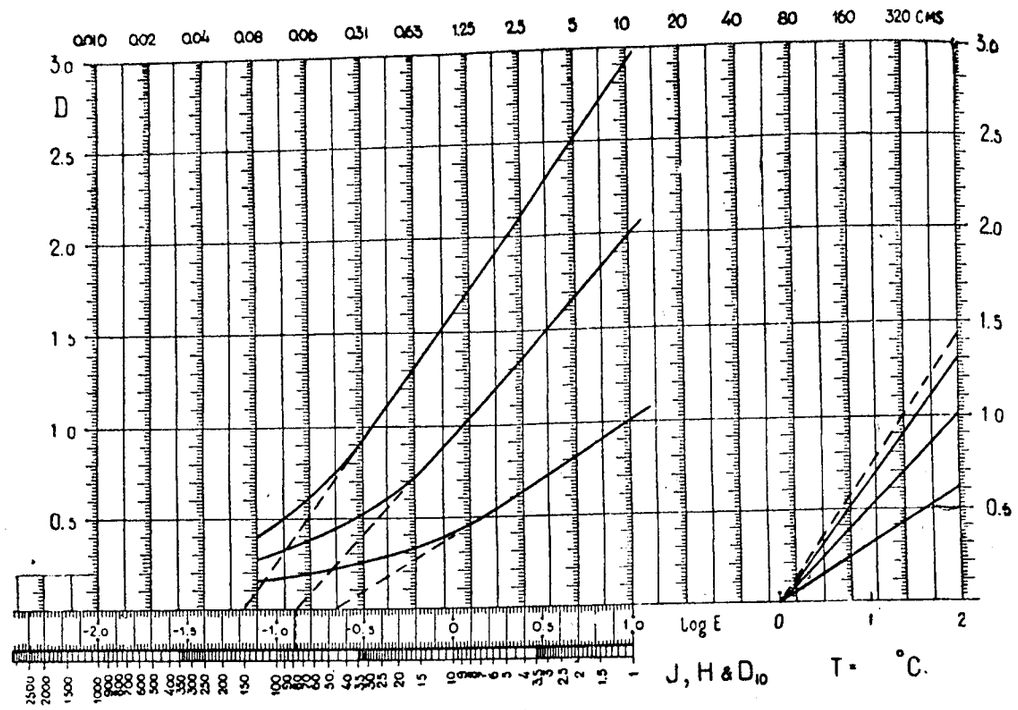
Сорт	Чувствительность по Х и Д $\frac{34}{1}$	Контраст γ: Величина (не ниже)	Контраст γ: Услов. проявл.	Вуаль D_0: Величина (не выше)	Вуаль D_0: Усл. проявл.	Другие характеристики
Массовые сорта						
1. Обыкновенные (низшей чувствительности):						
а) нормальные	100±25%	1,3±10%	8 мин.	0,10	При γ = 1	Широта не меньше 32
б) контрастные	100±25%	1,6±10%	8 „	0,10	„ γ = 1	
2. Высшей чувствительности:						
а) нормальные	200±25%	1,1±10%	8 „	0,15	„ γ = 1	
б) контрастные	200±25%	1,4±10%	8 „	0,15	„ γ = 1	
3. Наивысшей чувствительности	400±25%	0,8	8 „	0,25	„ γ = 1	
Специальные сорта						
4. Репродукционные	20±20%	1,2	8 „	0,10	При 8 мин.	Широта не меньше 16
						D_8, не меньше 2,0
5. Фотомеханические	2	2,5	8 „	0,15	„ 8 „	D_8, не меньше 2,7
6. Диапозитивные	1—3	2,0	4 „	0,07	„ 4 „	Широта не меньше 8
						D_8, не меньше 2,5
7. Рентгеновские	50±20%	2,0	8 „	0,20	„ 8 „	D_8, не меньше 2,5
8. Микрофотографические:						
Сорт А	30±20%	1,7	8 „	0,06	„ 8 „	Разрешающая способность порядка 45—65 линий на миллиметр
Сорт В	400±25%	1,7	8 „	0,20	„ 8 „	

Таблица 16

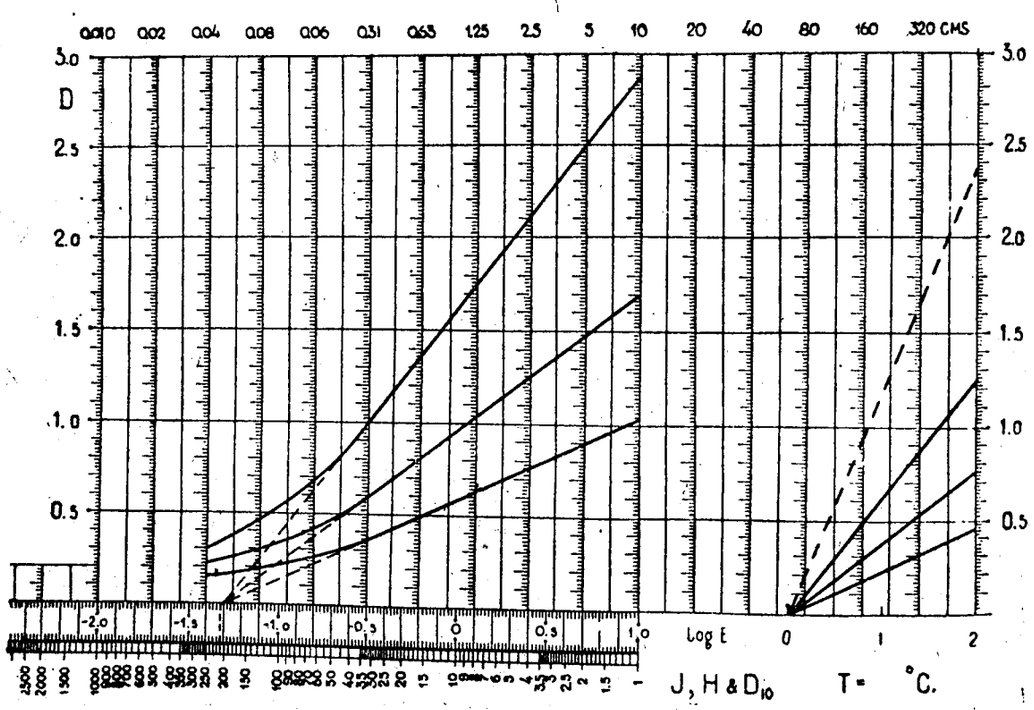
№ по порядку	Фирма и наименование фотопластинок	Чувствительность S_{10}		Контраст γ		D_0	L	Количество серебра металлич. (г/м²)	Количество желатины (г/м²)
		под стандарт. источник. света	под гефнеровой лампочкой	8 мин.	предельный				
	Иностранные								
1	Герцог, орто-изо-дукс. ультра-рапид 23° III	800	63	0,6	—	0,31	32	7,34	67,6
2	Вертхейм, „Олимпия“, 23° III	350	40	0,88	1,34	0,29	32	6,96	53,03
3	Агфа, ультраспециаль, панхром., 23° III	80—150	90	1,30	1,40	0,18	32	12,89	36,26
4	Агфа, изохром, противоореольные, 23° III	210	65	1,24	2,34	0,17	64	9,93	22,33
5	Агфа, ультраспециаль орто, 23° III	360	90	0,74	0,90	0,10	128	11,26	29,61
6	Агфа, экстрарапид, ортохром. 18° III	350	40	0,92	1,18	0,17	32	8,04	21,47
7	Агфа, диапозитивные	11	1,8	2,08	—	0,03	—	3,54	23,64
8	Агфа, хромоизоляр., 16° III	155	29	0,94	—	0,11	16	7,73	42,20
9	Агфа, хромо-изо-рапид, 21° III	280	46	2,06	2,58	0,32	16	8,47	42,83
10	Перутц, „Персенсо“ ультрарапид	350	55	1,38	1,94	0,20	8	7,83	47,42
11	Перутц, панхроматические В	130	45	2,74	—	0,19	16	10,14	63,43
12	Перутц, топографические	8	2,6	2,74	2,80	0,10	—	4,76	63,20
13	Перутц, ортохром., высокочувств. для аэрос'емки	110	20	2,46	2,54	0,17	32	9,12	33,61
14	Перутц, панхром для аэро-и телес'емки	170	49	1,62	1,72	0,13	4	7,34	29,88
15	Перутц, перорто-ортохром., быстрые	230	52	1,74	2,20	0,13	8	8,97	34,10
16	Перутц, репродукционные ортохром.	—	14	2,40	2,86	0,17	16	5,32	50,0

Таблица 16 (продолжение)

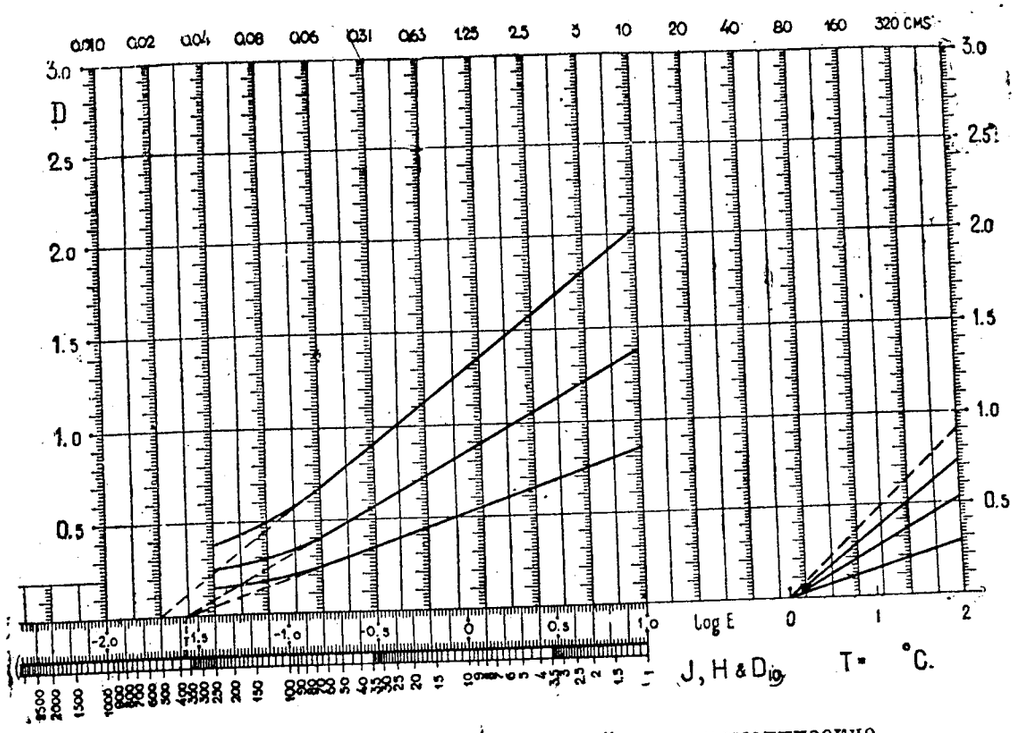
№ по порядку	Фирма и наименование фотопластинок	Чувствительность S_{10}		Контраст γ		D_0	L	Количество серебра металлич. (г/м²)	Количество желатины (г/м²)
		под стандартн. источник. света	под гефнеровой лампочкой	8 мин.	предельный				
17	Перутц. экстрарапид, 15°III	160	25	2,10	3,04	0,23	32	8,64	28,80
18	Перутц, перорто-противоореольн. моментальн. 17°III	500	44	1,30	1,86	0,23	32	8,63	57,16
19	Перутц. суперрапид	400	50	1,54	1,96	0,25	8	10,12	36,12
	Советские								
20	Диапозитивные 789	—	0,4	2,5	2,7	0,08	—	5,5	21,88
21	Репродукционные 781	—	9	1,66	2,0	0,09	32	6,3	26,33
22	Репродукционные 3.937	—	15	1,34	1,8	0,15	16	6,3	26,33
23	Нормальные 1 932	—	28	1,30	—	0,15	16	8,8	30,1
24	То же	—	40	1,18	1,46	0,14	16	8,8	30,1
25	Нормальные 0 694	—	42	1,16	1,46	0,14	16	8,8	30,1
26	Высшей чувств. 3 985	—	45	1,12	2,9	0,15	16	9,2	31,5
27	То же 3 965	—	60	1,12	1,5	0,12	64	9,2	31,5
28	Ультрарапид 4 750	—	80	1,10	1,62	0,24	16	10	33,25
29	Ультрарапид 0 662	—	100	0,92	1,20	0,28	64	10	33,25
30	Высшей чувств. 3 943	200	40	0,90	—	0,09	64	9,2	31,5
31	Высшей чувств. 3 941	230	35	0,92	—	0,23	16	9,2	31,5



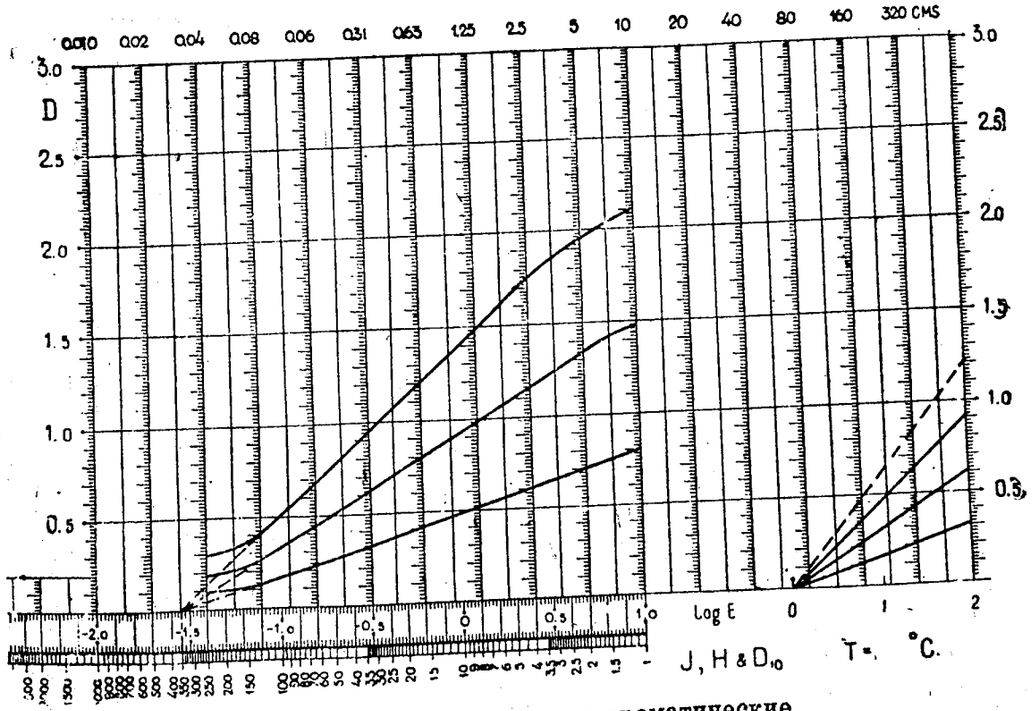
63 Пластинки фирмы Агфа „ультраспециаль", панхромастич ские



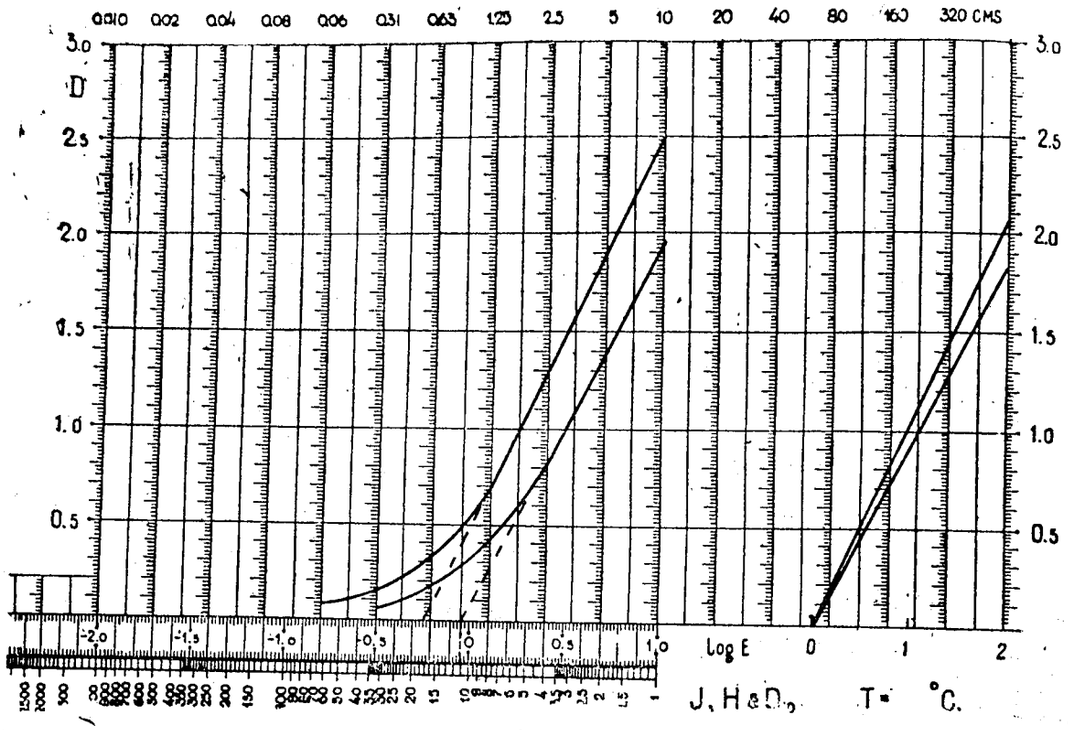
64 Пластинки фирмы Агфа „изохром", противоореольные



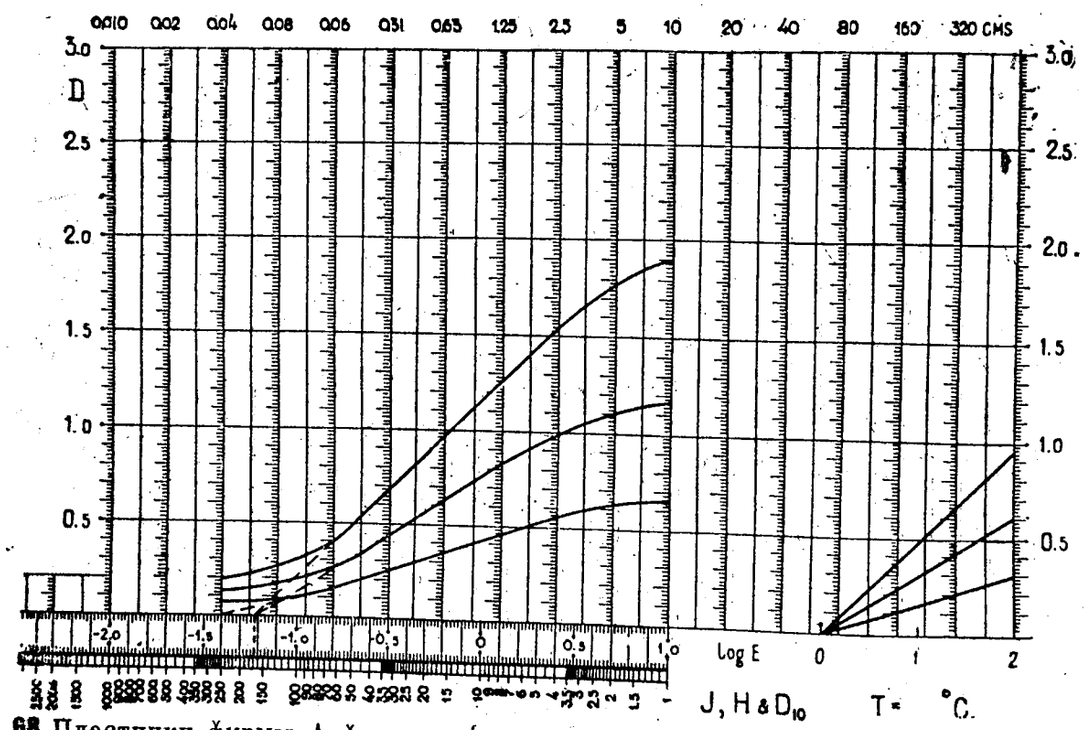
65 Пластинки фирмы Агфа „ультраспециаль", ортохроматические



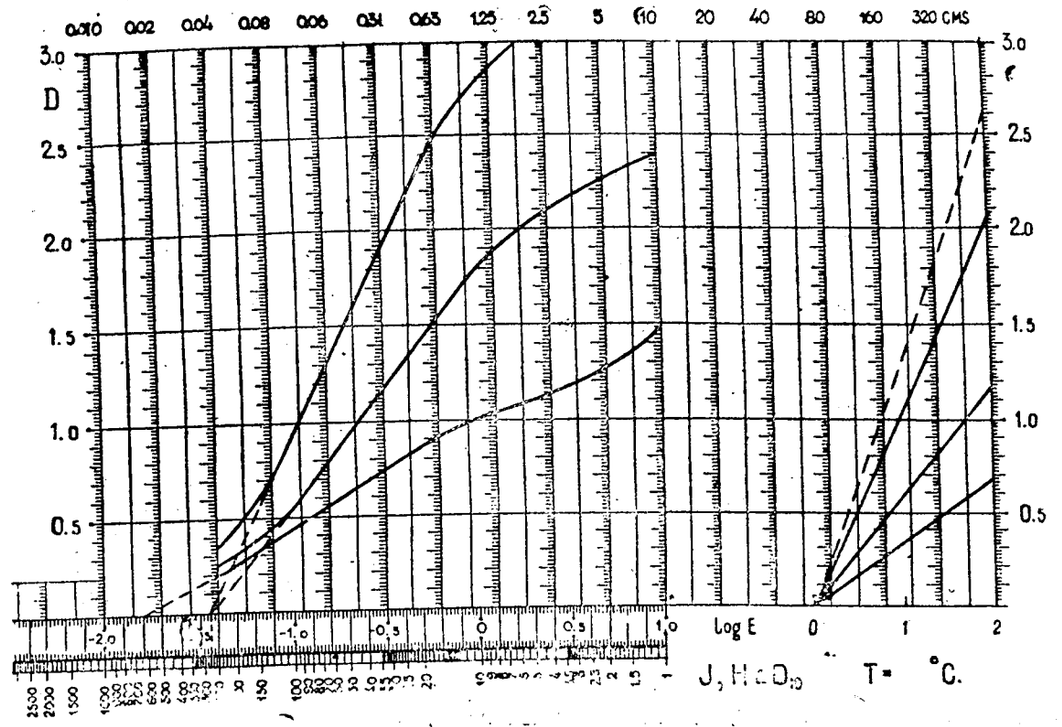
66 Пластинки фирмы Агфа, экстрарапид, ортохроматические



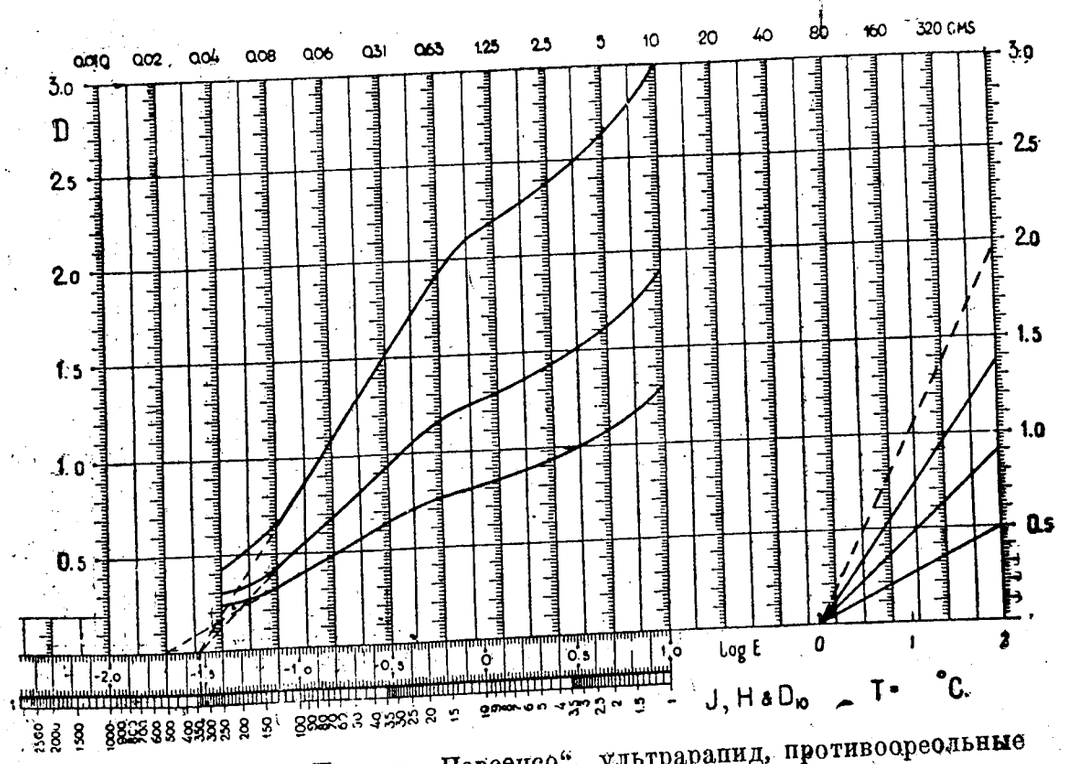
67 Пластинки фирмы Агфа, диапозитивные



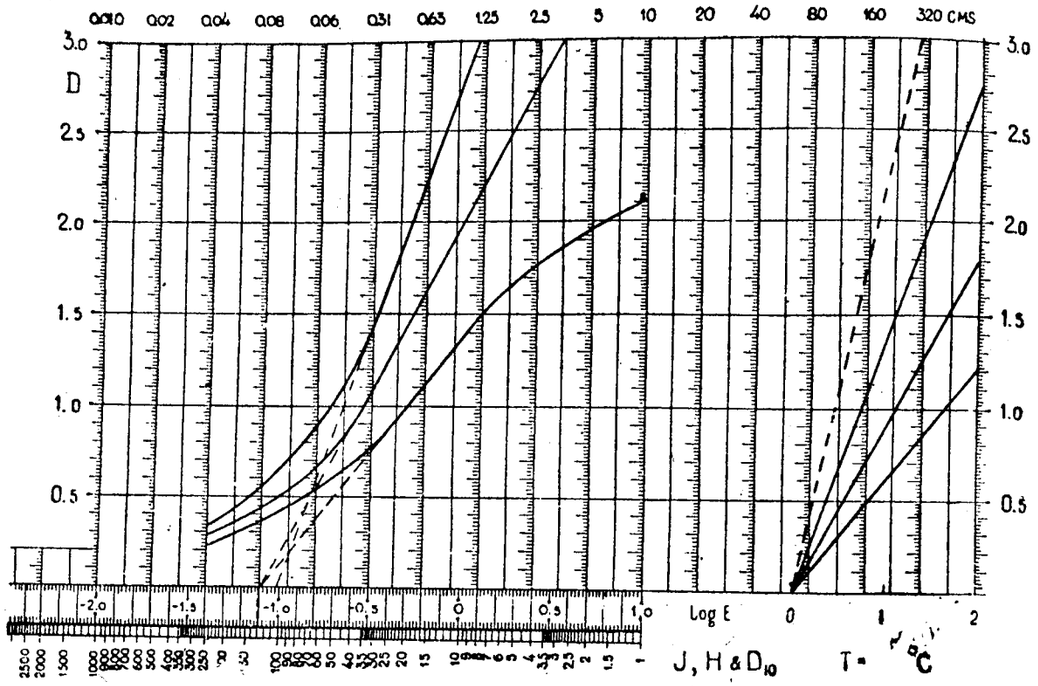
68 Пластинки фирмы Агфа, хромоизолярные



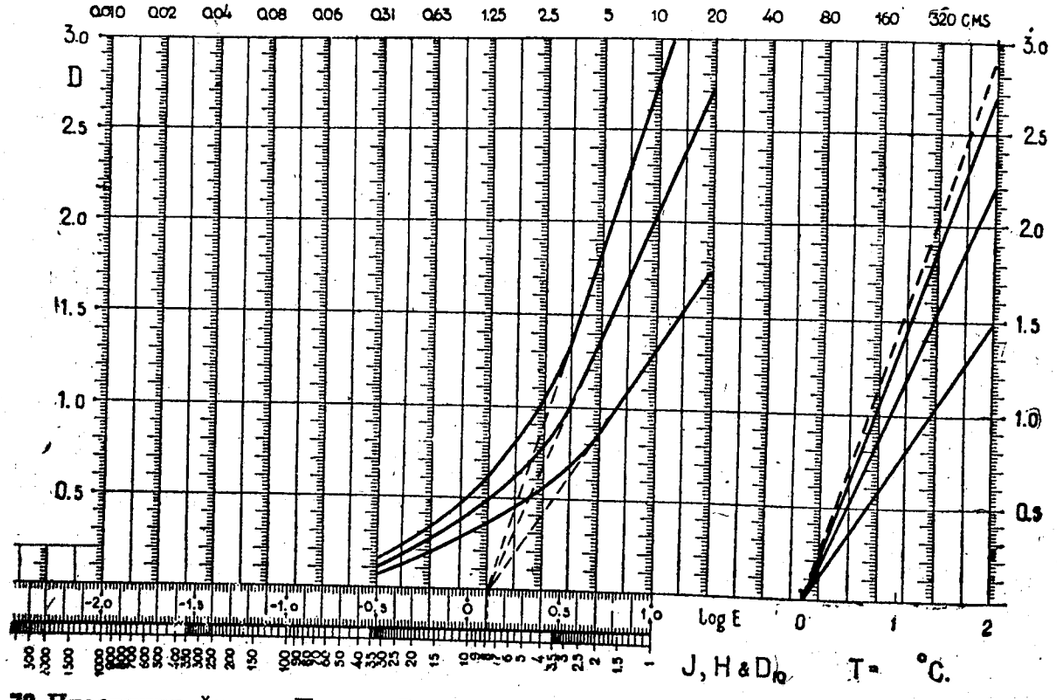
69 Пластинки фирмы Агфа, хромо-изо-рапид



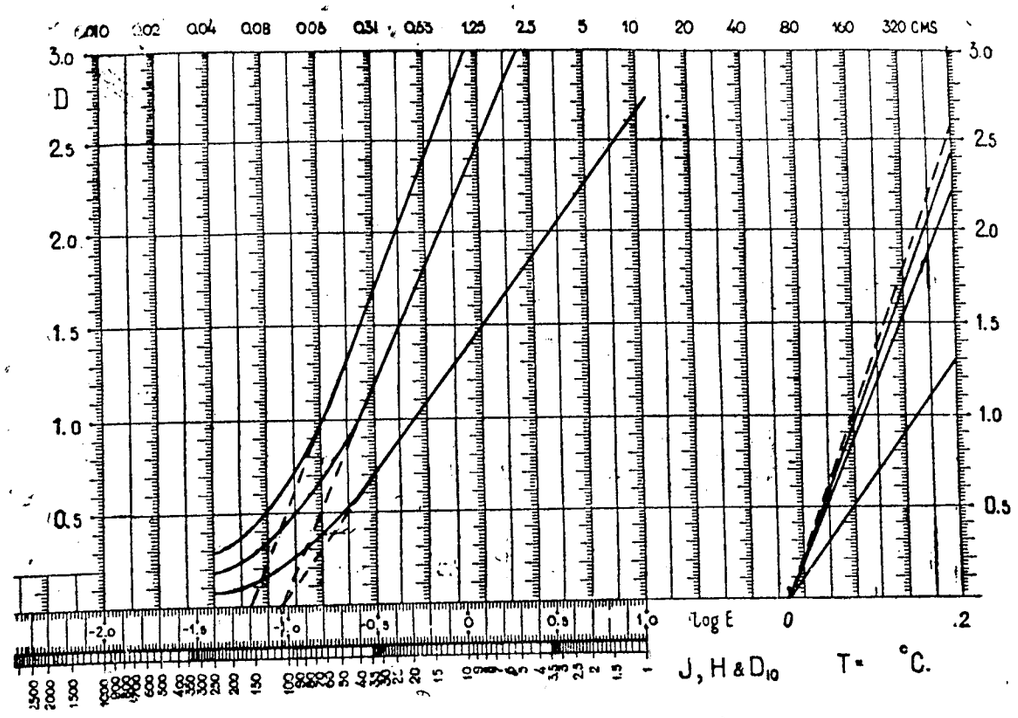
70 Пластинки фирмы Перутц, „Персенсо", ультрарапид, противоореольные



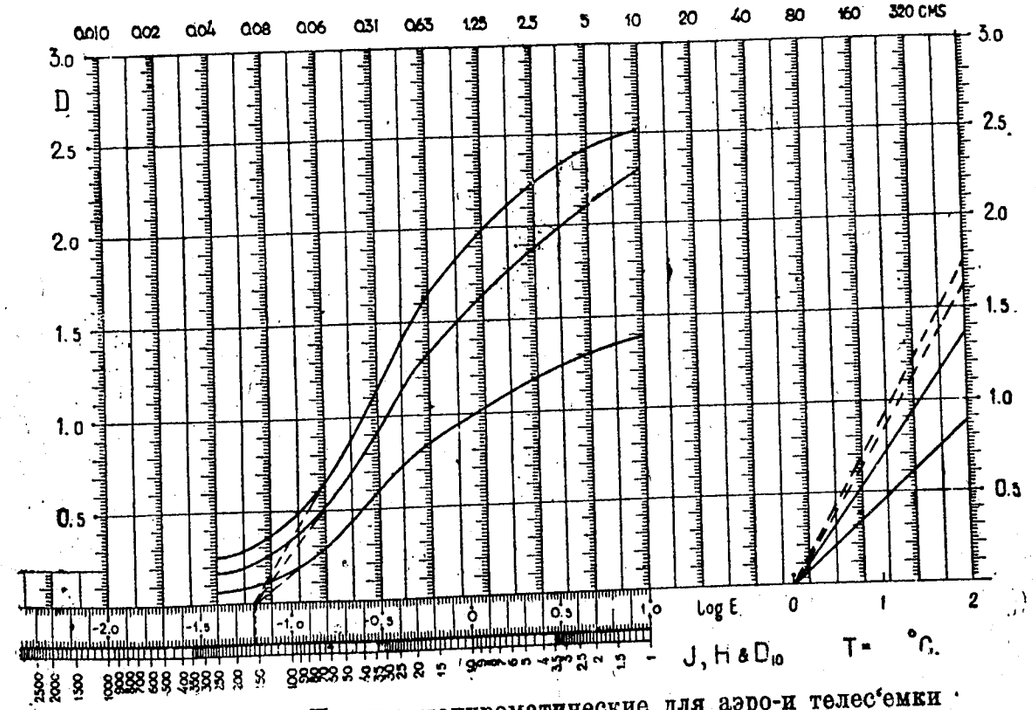
71 Пластинки фирмы Перутц, панхроматические, *B*



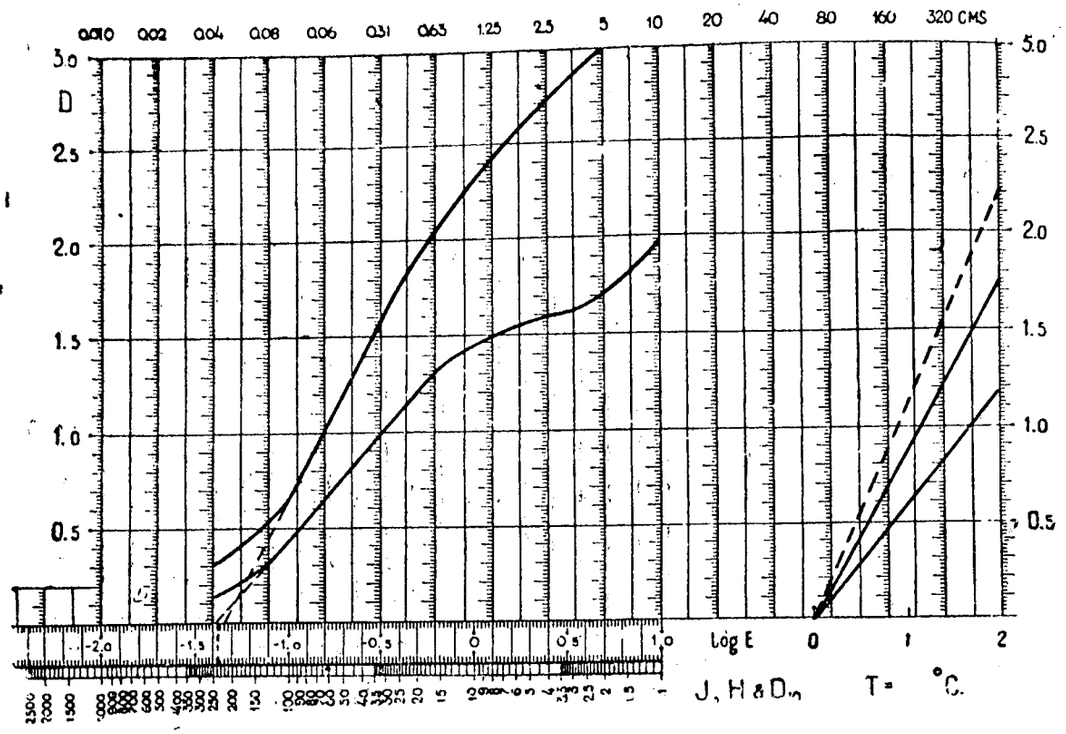
72 Пластинки фирмы Перутц, топографические



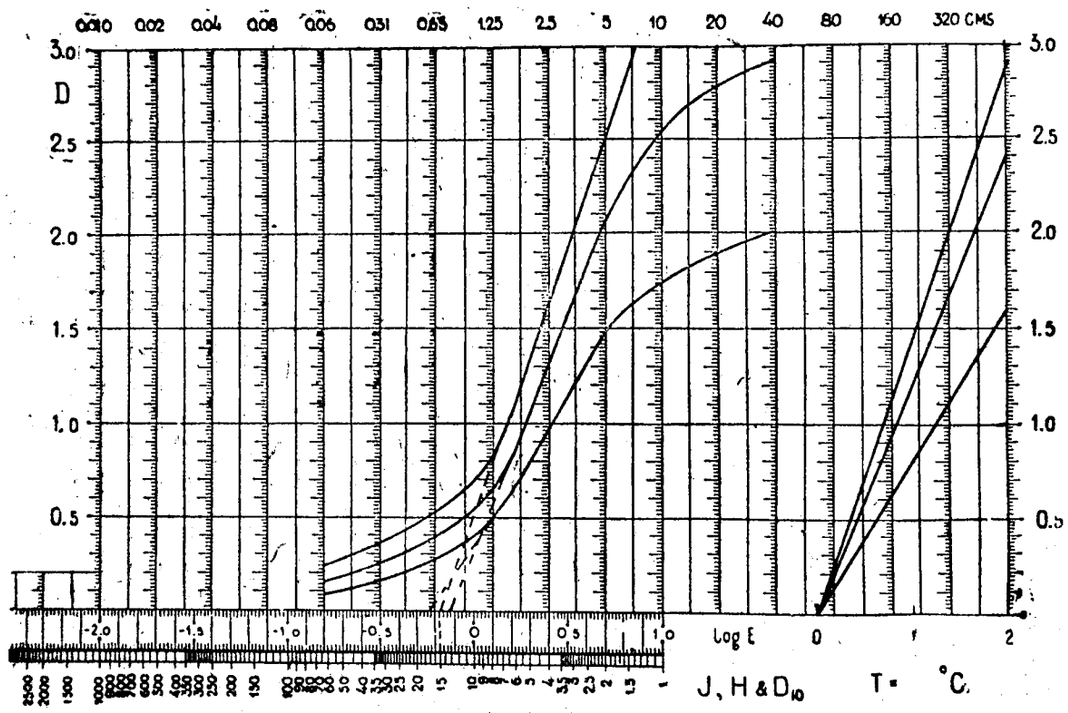
73 Пластинки фирмы Перутц, ортохроматические, высокочувствительные для аэрос'емки



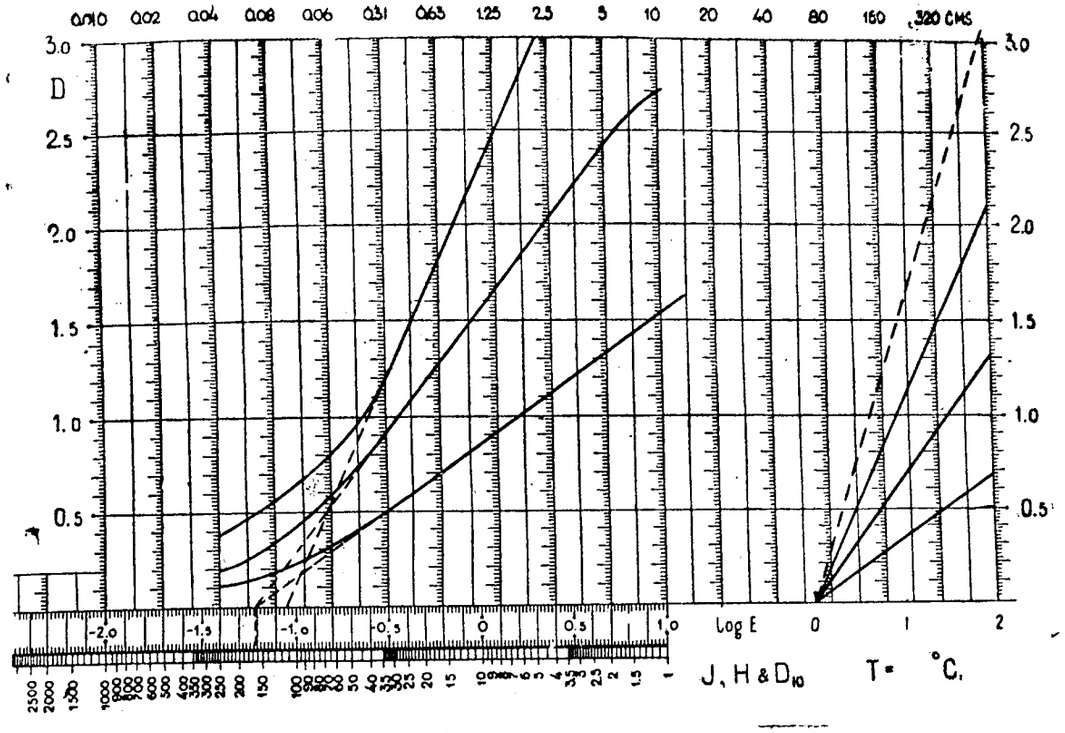
74 Пластинки фирмы Перутц, панхроматические для аэро-и телес'емки



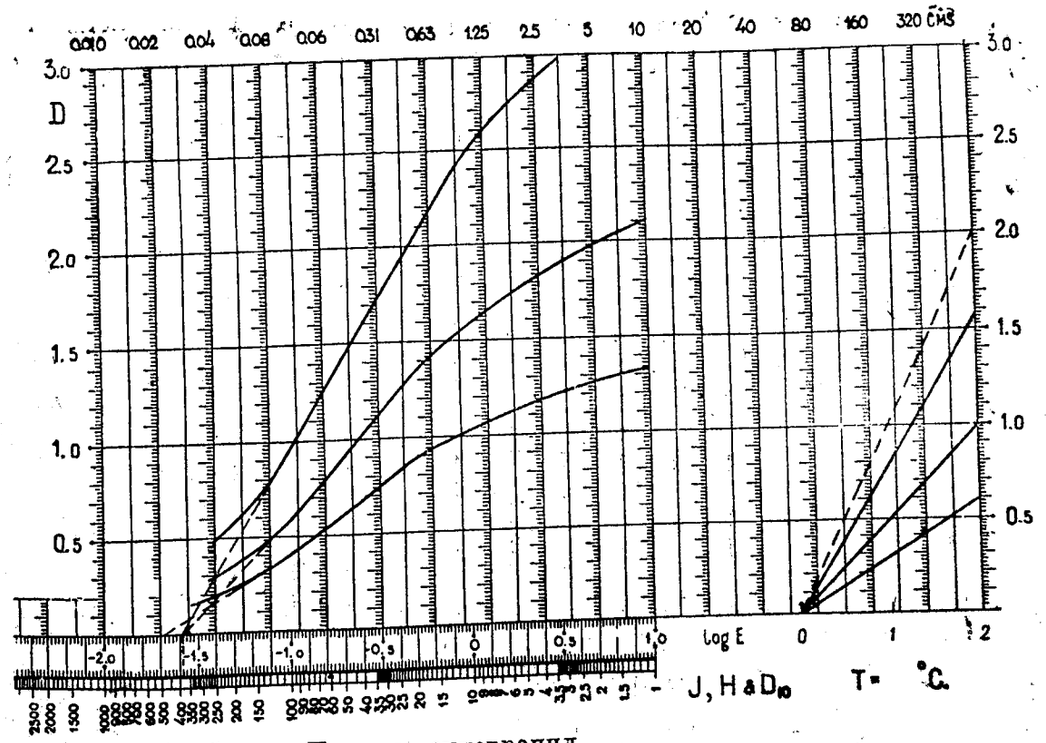
75 Пластинки фирмы Перутц, „Перорто“, ортохроматические, быстрые



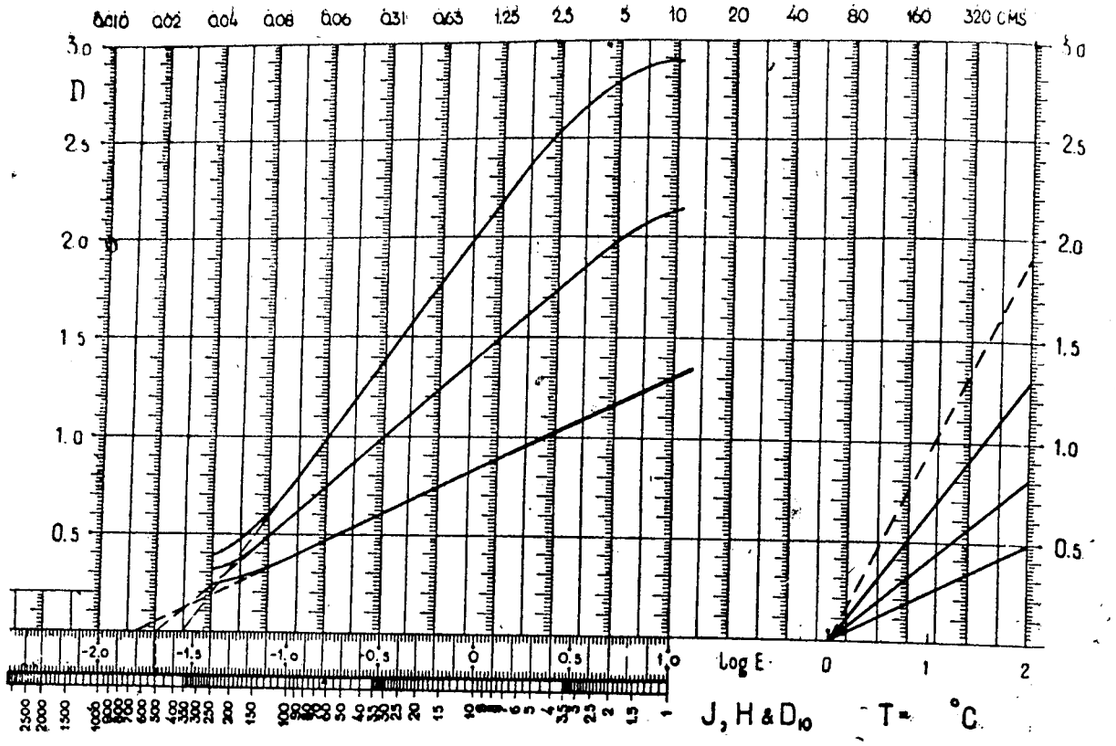
76 Пластинки фирмы Перутц, репродукционные ортохроматические



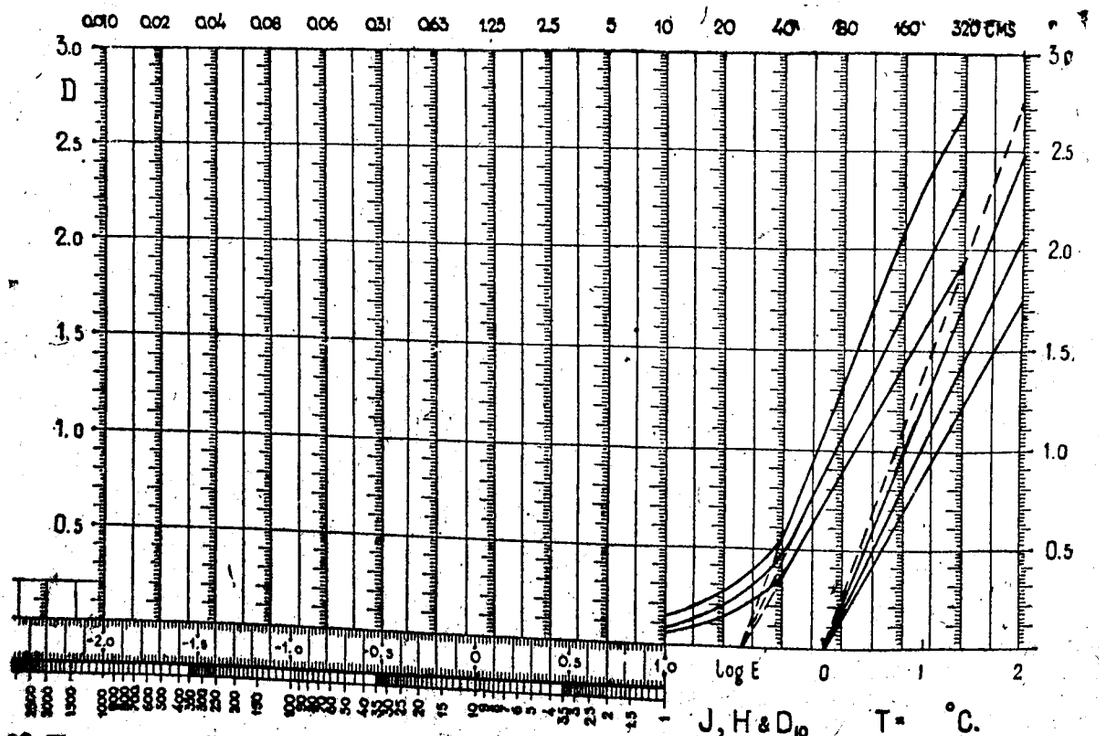
77 Пластинки фирмы Перутц, экстрарапид



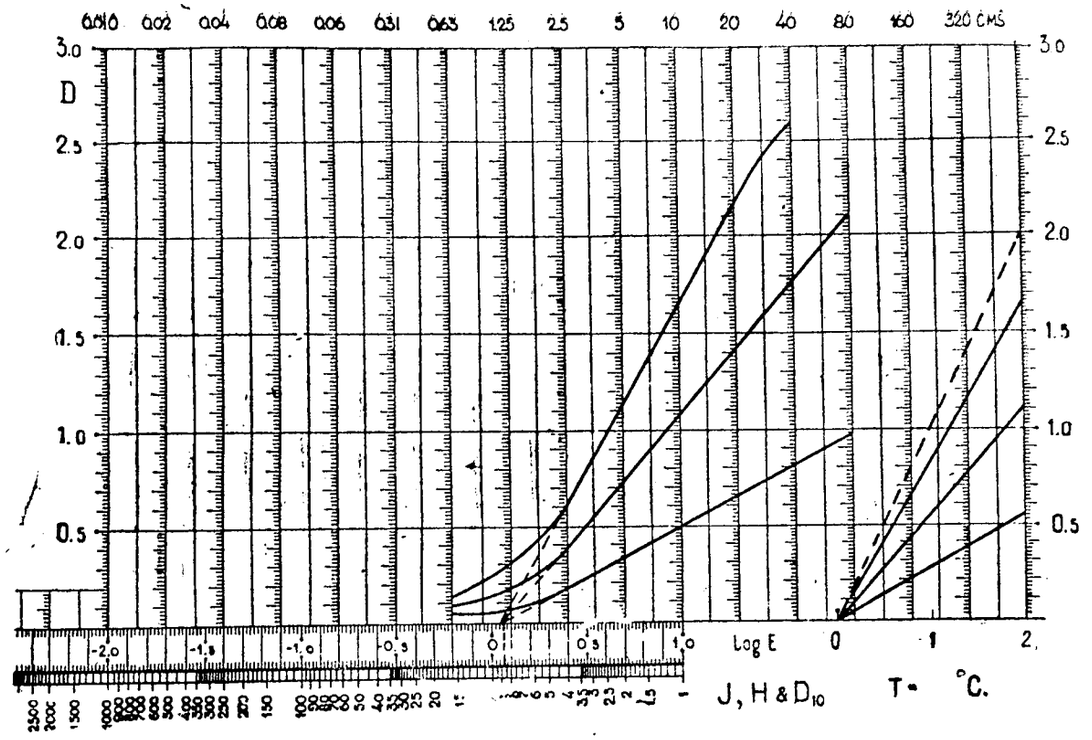
78 Пластинки фирмы Перутц, суперрапид



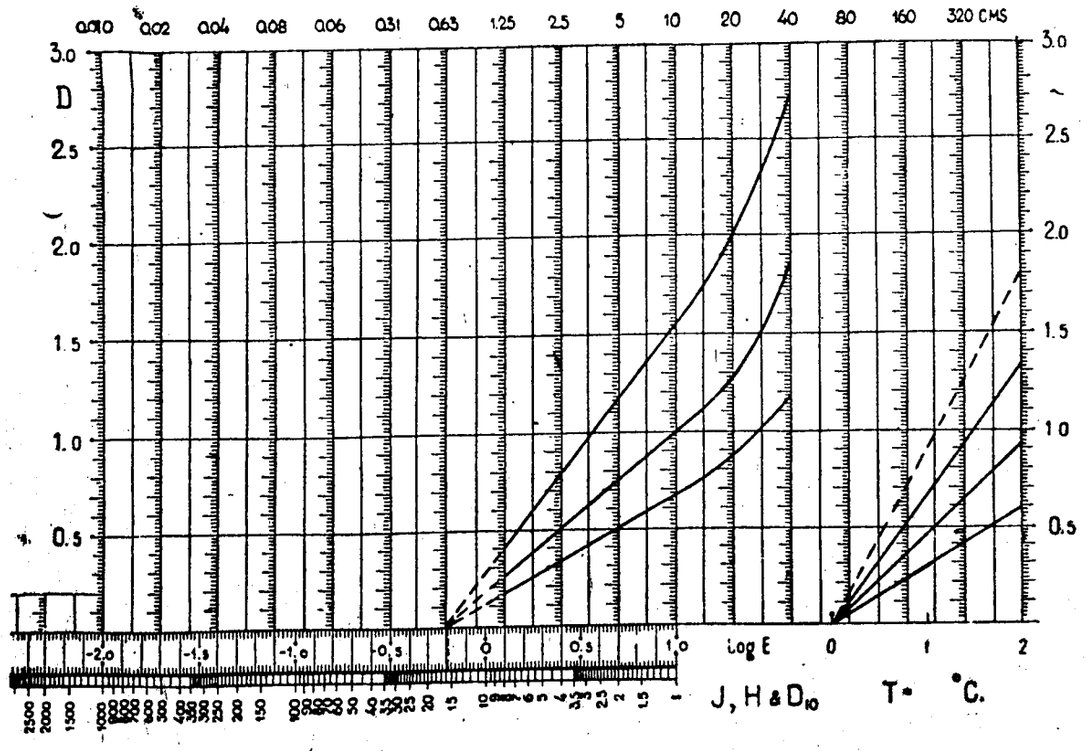
79 Пластинки фирмы Перутц, противоореольные, моментальные



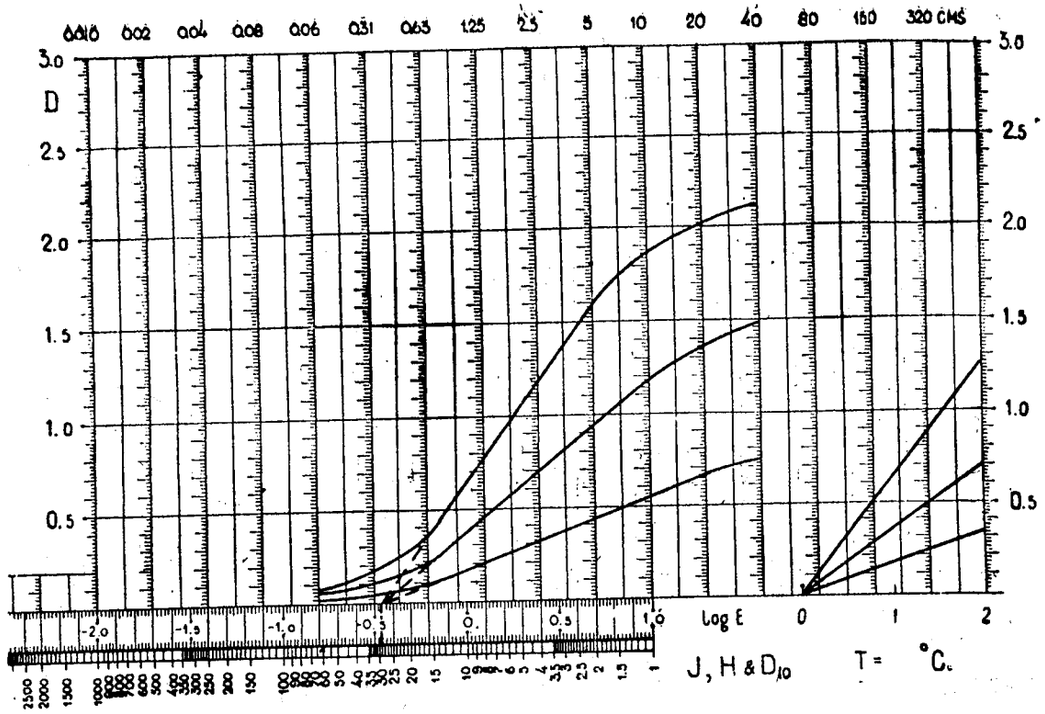
80 Пластинки фабрики № 1 ФОКХТ, диапозитивные



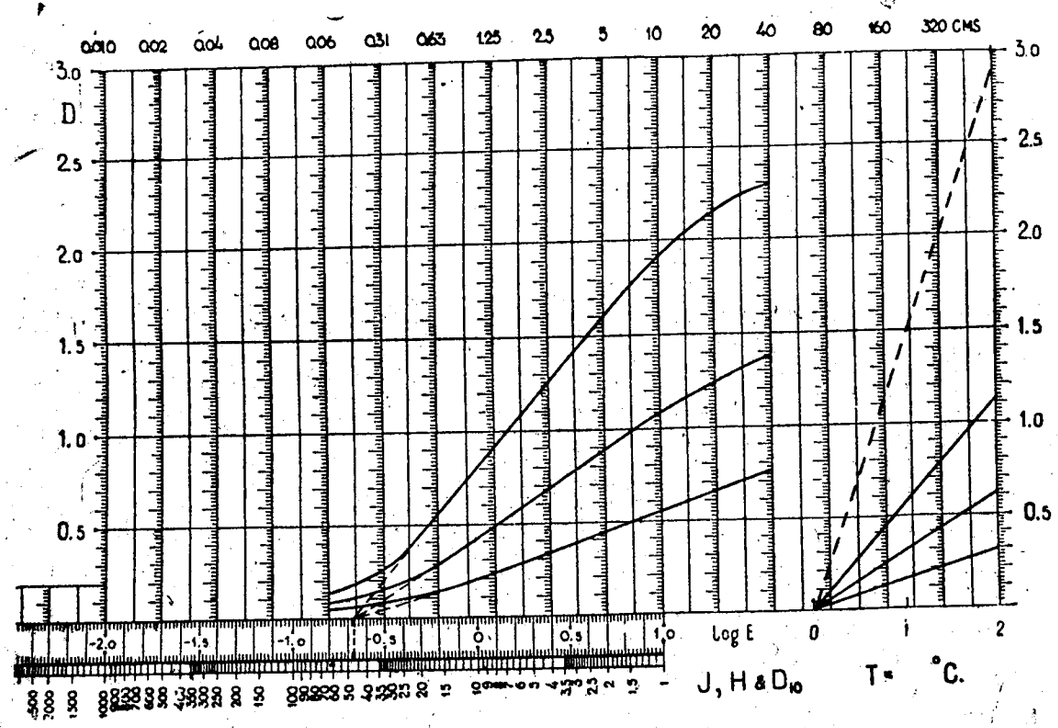
81 Пластинки фабрики № 1 ФОКХТ, репродукционные



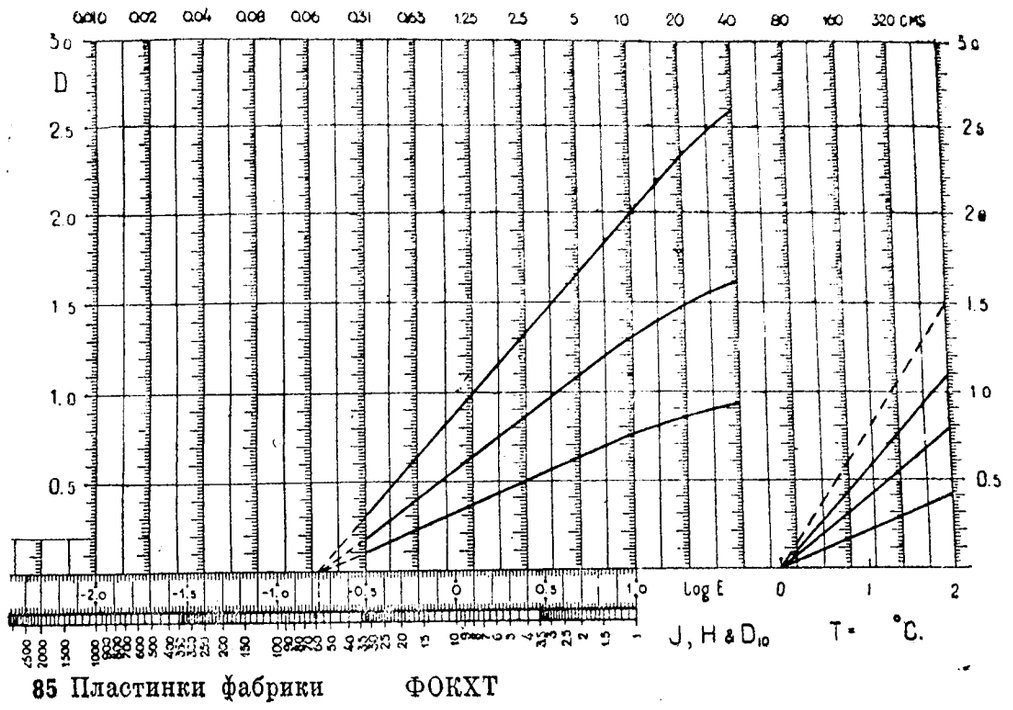
82 Пластинки фабрики № 1 ФОКХТ



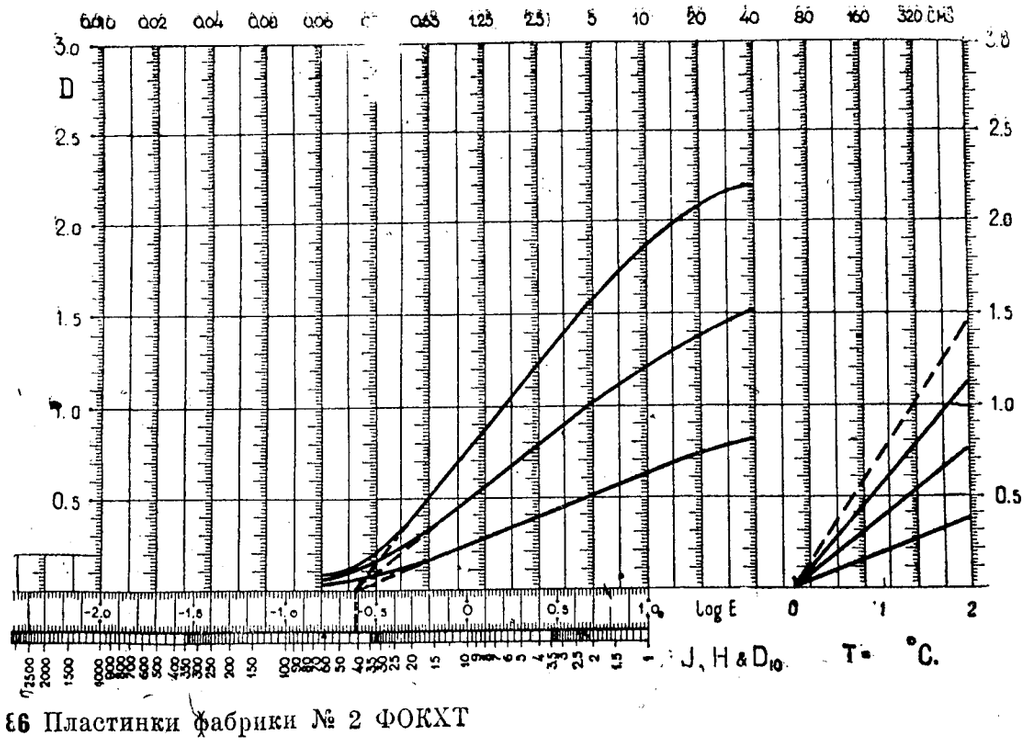
83 Пластинки фабрики № 2 ФОКХТ



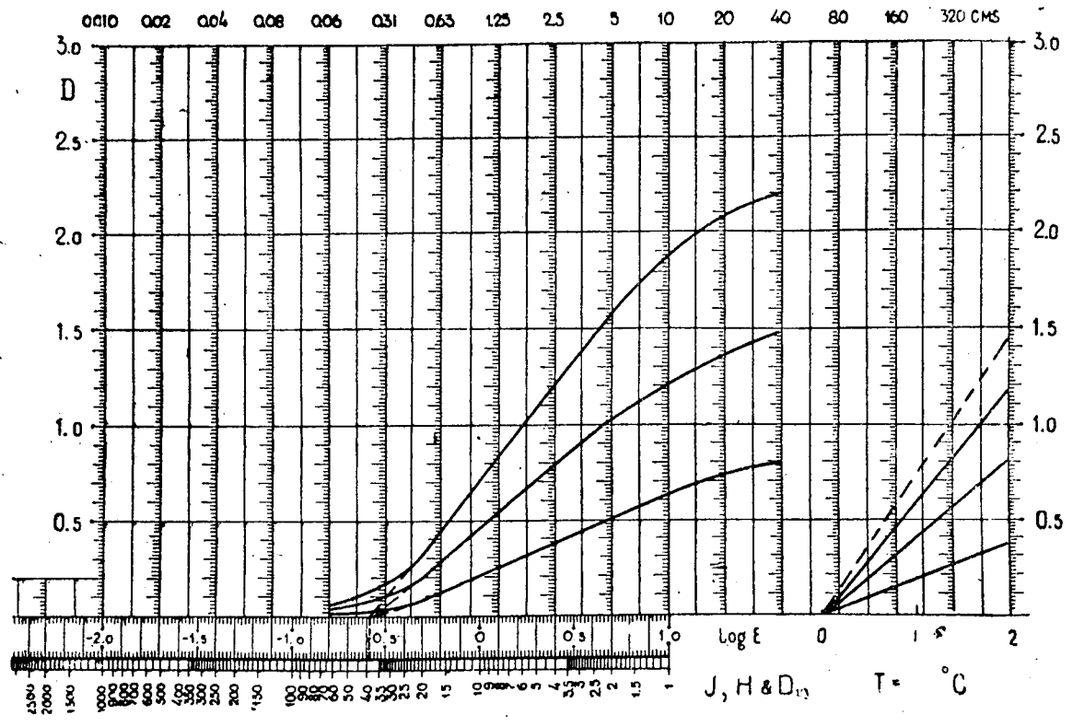
85 Пластинки фабрики № 1 ФОКХТ



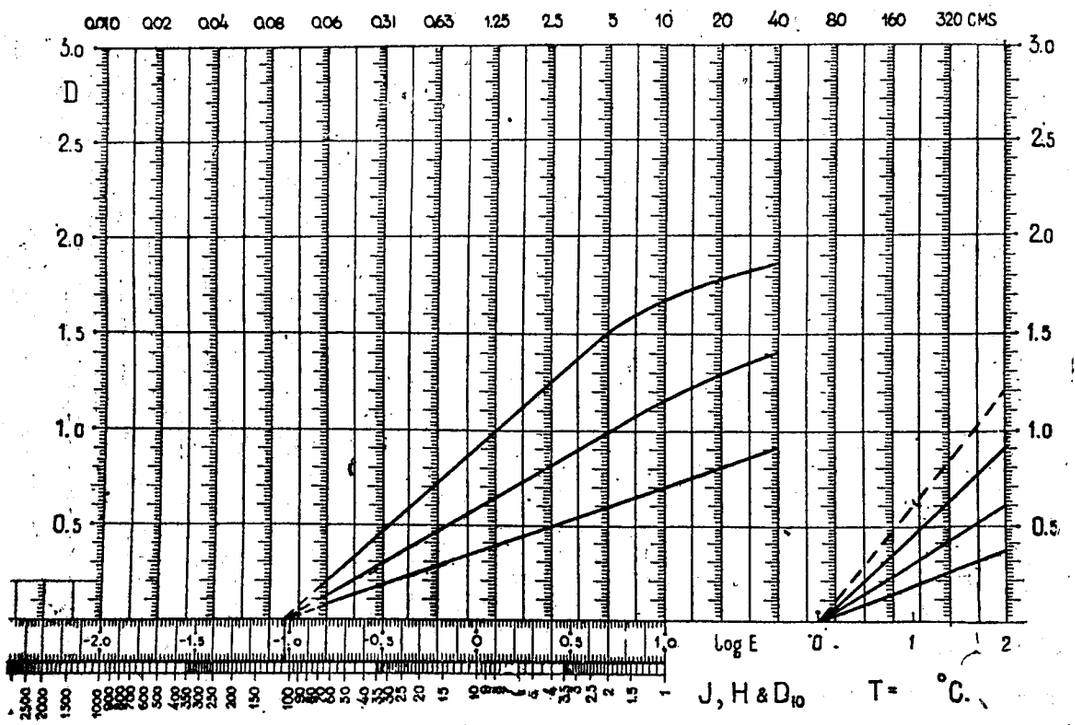
85 Пластинки фабрики ФОКХТ



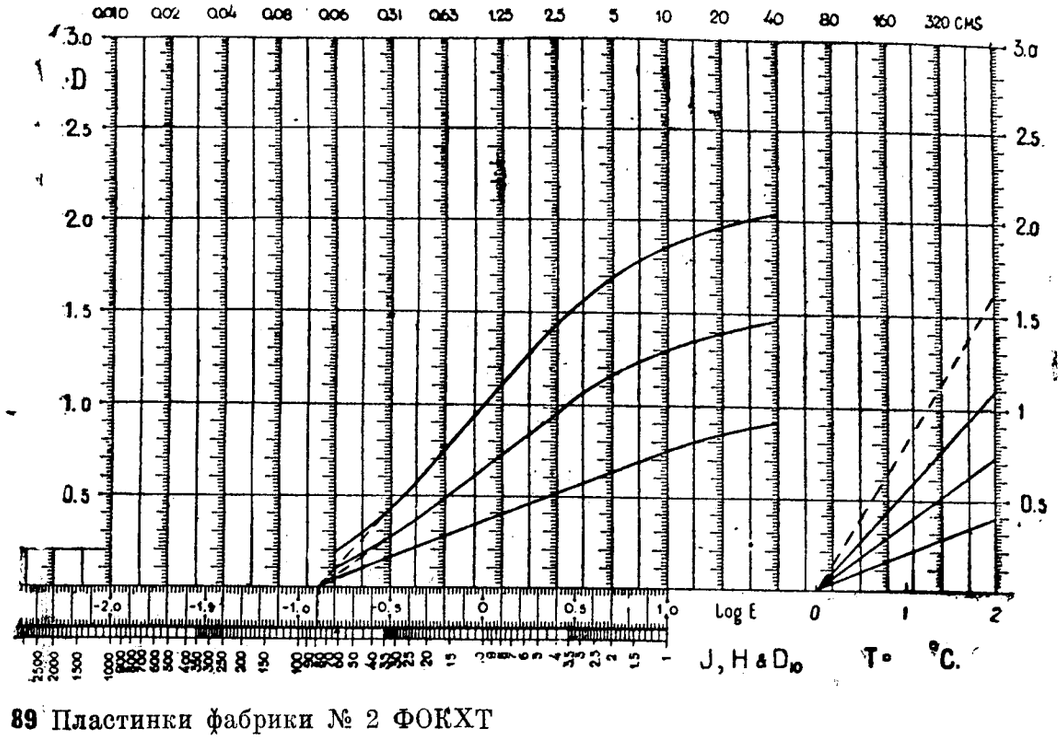
86 Пластинки фабрики № 2 ФОКХТ



87 Пластинки фабрики № 2 ФОКХТ

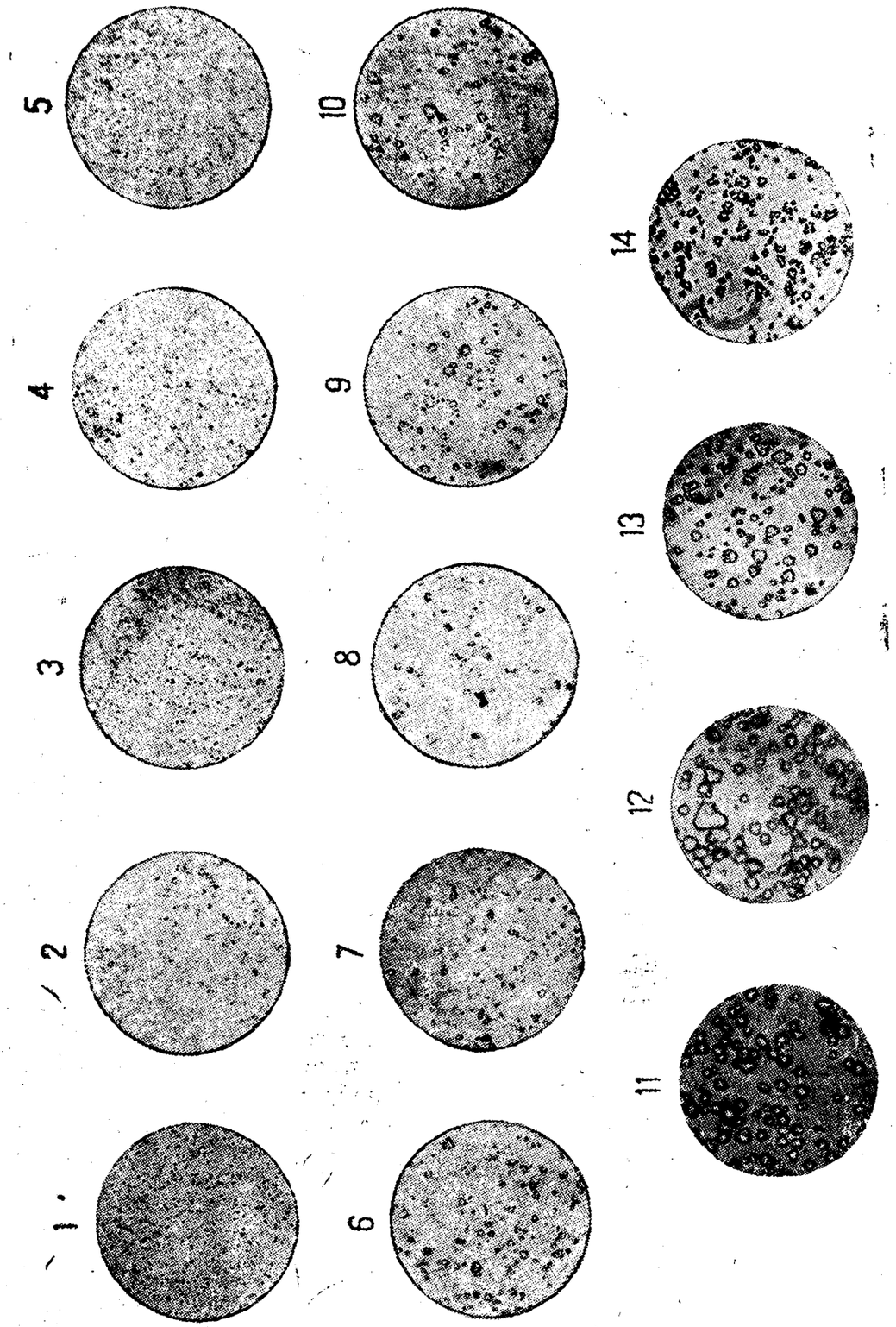


88 Пластинки фабрики № 2 ФОКХТ



89 Пластинки фабрики № 2 ФОКХТ

Большинство кривых, приведенных на рис. 63—89, показывает, что эмульсии, нанесенные на пластинку, получены смешением. Для сравнения вида эмульсионных зерен на рис. 90 (стр. 116) приведены микрофотографии. Здесь: *1* — микрофотография эмульсионных зерен пластинок фирмы Перутц, репродукционных; *2* — фирмы Перутц, для моментальных с'емок; *3* — фирмы Перутц, наивысшей чувствительности; *4* — фирмы Перутц, для аэрос'емки; *5* — фирмы Агфа, диапозитивные; *6* — фирмы Агфа, экстрарапид; *7* — фирмы Агфа, ультраспециаль; 8 — фирмы Агфа, ультра-орто; *9* — фирмы Вертхейм, «Олимпия»; *10* — фирмы Герцог, орто-изо-дукс, ультрарапид; *11* — фабрики ФОКХТ № 1, высшей чувствительности; *12* — фабрики ФОКХТ № 2, высшей чувствительности; *13* — пластинки «ЭФТЭ», высшей чувствительности; 14 — «Эфтэ», диапозитивные. Обращает на себя внимание очень мелкое зерно пластинок Перутца при высокой чувствительности.



80. Микрофотография эмульсионных зерен различных фотопластинок

13 ГЛАВА

УЧЕТ В ФОТОПЛАСТИНОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Всякое производство нуждается в учете, так как только путем рационально поставленного учета можно выявить экономическую эфективность данного предприятия.

Фотохимическое производство нуждается в особом учете, вытекающем из особенностей самой продукции. Эмульсия, которая покрывает стекло, есть весьма неустойчивый элемент продукции и, будучи удовлетворительного качества при выпуске, может показать значительную вуаль после непродолжительного лежания на складе. Кроме того может быть ряд дефектов, не обнаруженных и окончательной проверкой готовой продукции. Так как устойчивость эмульсии, а следовательно и годность фотопластинок зависят от метода и условий получения эмульсии, то необходимо знать историю каждой эмульсии от начала до конца. Поэтому помимо учета общего — бухгалтерского, должен быть учет специальный — технологический. Оба эти учета и будут рассмотрены в дальнейшем.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УЧЕТ

Как было описано выше, технологический процесс складывается из следующих основных частей: подготовка стекла, приготовление эмульсии, полив стекла эмульсией. В таком порядке мы и рассмотрим технологический учет производства.

Заведующий моечным и подслойным цехом выписывает со склада стекло по требованию. Результаты проведения всех технологических процессов его отделения фиксируются в ведомости; можно составлять две ведомости — одну для моечно-резального, другую для подслойного. Ниже приводится образец одной ведомости, в которой сведены все процессы вплоть до передачи готового подслоенного стекла в поливной цех.

Учет работы ведется согласно принятой по каждому предприятию форме в зависимости от того, что применяется на предприятии — сдельщина или повременная оплата. Кроме того ведется запись расходов сырья и вспомогательных материалов. Так как расход химикалий на подслой крайне незначителен, можно учитывать его помесячно один раз в месяц.

Таким образом из стекольно-подслоечного цеха в бухгалтерию подаются следующие сведения:

а) копия журнала по форме 1;

б) ежемесячные сводки о расходе сырья и вспомогательных материалов;

в) сведения о рабсиле.

Форма 1

Дата	Моечно-резальный отдел							Подслоечное отд.							Заключение ОТК о качестве и причинах брака
	Приход		Расход					Приход		Расход					
	Формат	Количество (в м²)	Бой (в м²)	Брак (в м²)	На подслой			Подслоено		Бой (в м²)	Брак (в м²)	Дата отправл. на полив.	Формат	Колич. (в м²)	
					Дата	Формат	Колич. (в м²)	Формат	Колич. (в м²)						

Гораздо сложнее дело обстоит в эмульсионном цеху. Здесь надо фиксировать: технологический процесс, расход сырья, состав эмульсии, идущей на полив.

Для эмульсионного журнала можно предложить следующую форму (форма 2).

В приведенной форме сырье вписывается в порядке введения, т. е. сначала составные части эмульсии, потом последовательно добавки и т. д.

Так как одно и то же сырье в процессе изготовления эмульсии может вводиться несколько раз, как например желатина, то внизу дается общая сводка, в которой фиксируется общее количество сырья. Этот журнал ведется эмульсионером и у него же хранится. Выписка из этого журнала — общая сводка израсходованного сырья (нижняя часть страницы) — передается в бухгалтерию. Эмульсионером же заводится паспорт на полив, который далее и следует до самого выпуска продукции с фабрики и наконец попадает в бухгалтерию. Образец такого паспорта дан в форме 3.

Отдел технического контроля (ОТК) также обязан вести ряд журналов, регистрирующих правильность ведения технологических процессов, качество сырья и готовой продукции.

Для этого отдела фабрики можно лишь наметить перечень журналов, так как форма может быть самая разнообразная. Необходимо вести следующие журналы:

1) сырьевой журнал — для записи анализов сырья;

2) журнал готовой продукции;

Форма 2

Дата начала изготовления	Сырье, номер анализа, порядок ведения	Количество	I созревание: Температура эмульсификац.	I созревание: Время эмульсификац.	I созревание: Время созревания	I созревание: Температура созревания	I созревание: Контрольные испытания	Время студенения	Промывка: Температура воды	Промывка: Время	Промывка: Вес промытых червяк.	II созревание: Вес эмульсии	II созревание: Время	II созревание: Температура	II созревание: Заключение ОТК	Хранение: Дата поступления	Хранение: Для какого полива	Хранение: Отпускаемое количество	Хранение: Дата расхода	Характеристика отпускаемой эмульсии по данным ОТК	Замечания эмульсионера

Форма 3

Дата	Исходные эмульсии			Плавление		Добавки	Полив				Сушка			С'емка		
	№ эм.	Колич. горшк.	Характеристика по данным ОТК	Температура	Время		Об'ем эмульсии	Температура	Формат	Колич.	Время	Температура	Влажность возд.	Собрано: Формат.	Собрано: $м^2$	Бой: $м^2$

Оборотная сторона паспорта

Сортировка темная						Оклеено		Сдано на склад				Расписка кладовщика
Дата	Формат	Колич. годн. $м^2$	Отдельные виды брака	Всего брака ($м^2$)	Заключение ОТК на выпуск	Формат	Колич. короб.	Дата	Формат	Колич. короб.	Колич. ($м^2$)	

3) журналы контрольных испытаний отдельных технологических процессов;

4) журнал проверки фонарей:

5) журнал возвращаемой дефектной продукции и испытания сохраняемости пластинок.

БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ

На основании приведенных выше, а также всяких иных вспомогательных документов, составляется калькуляция. Калькуляцией называется определение себестоимости и продажной стоимости единицы продукции.

Так как многие элементы, составляющие стоимость продукции, зависят от рядовых работников предприятия, то мы считаем необходимым дать в этой книге краткие сведения об элементах калькуляции.

Эти знания помогут работникам фотопластиночных фабрик сделать ряд выводов и конкретных предложений по вопросу снижения себестоимости.

Разделяют калькуляцию сметную и калькуляцию отчетную. Первая применяется при планировании работы фабрики на текущий год или при предварительном исчислении какого-либо заказа. Вторая составляется по выполнении работы и показывает фактическую стоимость продукции.

Стоимость продукции складывается из стоимости:

а) сырья;

б) вспомогательных материалов;

в) топлива и энергии, истраченных на изготовление продукта;

г) зарплаты рабочих и начисления на нее.

Перечисленные элементы стоимости продукции составляют так называемые основные расходы.

Если к ним прибавить содержание цеховой администрации, стоимость содержания цеха — уборка, отопление, освещение, амортизация имущества, то это составит цеховую себестоимость. К ней прибавляются: содержание общефабричной администрации и штата, транспорт, содержание лаборатории, охрана труда и т. д. — все это составит фабричную себестоимость.

При анализе калькуляции следует различать расходы, зависящие от предприятия (стоимость сырья, зарплата и т. д.), и не зависящие от предприятия (налоги и сборы, накидки треста и торгующих организаций и т. д.). Для работника предприятия представляет интерес первая группа расходов. Если рассматривать калькуляцию с точки зрения снижения себестоимости, то в первую очередь следует обращать внимание на снижение стоимости рабсилы — элемента производственной себестоимости.

Здесь в первую очередь следует иметь в виду повышение производительности труда, являющееся результатом увеличения интенсивности труда, сознательного подхода к производственным процессам, ударничества и соцсоревнования. Немалую роль играют рационализация производства, правильная расстановка рабсилы.

Изобретательство, рационализирующее процесс, облегчающее труд рабочего, также может сыграть немаловажную роль в деле снижения расходов на рабсилу. Правильно проведенная сдельщина, увеличивая заработок рабочего, одновременно ведет к снижению расходов на зарплату. Как видно, путей к снижению этой статьи расхода очень много. Некоторый эфект может дать снижение норм расхода сырья. Это снижение должно производиться крайне осторожно, без ущерба для качества готовой продукции; обычно этому снижению должна предшествовать кропотливая исследовательская работа фабричной лаборатории.

Понижение процента брака также может дать большую экономию в расходе сырья, а следовательно в снижении себестоимости.

Внимательное отношение к расходованию топлива и энергии, рационализация производственного процесса, изобретательство, имеющее целью сокращение этих расходов, играют большую роль в деле снижения этих элементов себестоимости.

Общецеховые расходы начисляются на основные или в виде процентов к зарплате или в виде процентов к основным, поэтому даже небольшое снижение основных расходов или одного из элементов ведет к значительному понижению себестоимости. Здесь был приведен анализ основных элементов. Аналогично следует просматривать все статьи себестоимости, памятуя, что снижение даже на 0,1% при колоссальных размерах нашего производства дает значительную экономию для народного хозяйства.

В настоящей книге был рассмотрен лишь процесс получения фотопластинок. Лицам, интересующимся другими вопросами фототехнологии, следует воспользоваться следующими книгами на русском языке, имеющимися или выходящими в ближайшее время.

1. А. Г. Шкулин, *Производство фотобумаги* (выходит из печати).
2. П. В. Козлов, *Производство кинопленки* (выходит из печати).
3. А. О. Кондахчан, *Производство фотоэмульсий* (готовится к печати).
4. В. Я. Михайлов и А. Г. Шкулин, *Химия и технология светочувствительных материалов*, Гизлегпром, 1933 г.
5. Уолл, *Фотоэмульсии.*
6. В. В. Пуськов, *Производство фотобумаг домашним путем.*
7. А. Г. Шкулин, *Экскурсии по фотофабрикам.*
8. П. В. Козлов, *Технология фотокинопленки*, Гизлегпром, 1933 г.

Вопросы производства и испытания светочувствительных материалов более или менее подробно затрагиваются в статьях:

9. К. В. Чибисов, *Измерение фотографических свойств светочувствительных эмульсий*, журн. „Пролетарское фото“ № 2, 3, 4 за 1932 г.
10. К. В. Чибисов, *Состав и строение светочувствительных эмульсий*, журн. „Пролетарское фото“ № 1 за 1932 г.
11. Я. М. Катушев, *Сравнительная характеристика сенситометрических систем*, журн. „Пролетарское фото“ № 11, 12 за 1931 г. и № 1 за 1932 г.
12. Неблит, *Курс фотографии*, часть I и II.
13. Яштолд-Говорко и Мархилевич, Курс фотографии, т. I и II, Гизлегпром, 1933 г.
14. Ангерер, *Научная фотография.*
15. Отдельные вопросы производства светочувствительных материалов затрагиваются в журн. „Фотохимическая промышленность“.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 глава. История развития и современное положение фотопластиночного производства 3

2 глава. Исходные и вспомогательные материалы для производства пластинок 8

Стекло 8
Эмульсия 15

Строение фотоэмульсий 15
Значение желатины 18
Природа светочувствительности 18
Физико-химическая схема процесса изготовления эмульсий 19
Практические приемы изготовления эмульсий 22
Эмульсионная рецептура 23
Получение эмульсий различной цветочувствительности 25
Упаковочные материалы 29

3 глава. Схема производства 32
4 глава. Стеклоподготовительный цех (резальный и моечный) 38
5 глава. Подслойный цех 40
6 глава. Поливной цех 47
7 глава. Сушка и сушилки 54

Общие сведения 54
Сушильные устройства 62
Сушилки 66

8 глава. Отделочные цеха 71
Хранение пластинок 73

9 глава. Холод в фотопластиночном производстве 75

10 глава. Брак готовых пластинок 78

Брак подслойного цеха 78
Брак эмульсионного цеха 78
Брак поливного цеха 79
Брак сушки 80

11 глава. Производственный контроль и оценка качества фотопластинок 81

Методы исследования 81
Точки контроля производства 93

12 глава. Сравнительная характеристика фотопластинок и сорта их 96

Массовая продукция 97
Специальные сорта 97

13 глава. Учет в фотопластиночном производстве 117

Технологический учет 117
Бухгалтерский учет 121

Гизлегпром № 1319
Индекс 6—7/ф
Тираж 1175 экз.
Заказ № 27
Уполномоченный Главлита № В-86027
Сдано в набор 8/I 1934 г.
Подписано к печати 9/VI 1934 г.
Формат бумаги 62×94 $^{1}/_{16}$.
Количество печатных листов $7^{3}/_{4}$.
Количество печат. знаков в листе 48.000